COMPTE RENDU
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 FÉVRIER 1865.
PRÉSIDENCE DE M. DECAISNE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Nouvelles piles thermo-électriques formées avec les sulfures métalliques; par* **M. Edmond Becquerel.**

« Dans ses premières recherches, faites en 1827 (1), sur le développement des courants thermo-électriques dans les circuits métalliques, mon père avait remarqué qu'un fil de cuivre recouvert de sulfure est fortement positif par rapport au cuivre ordinaire, et il était parvenu à former avec deux fils de ce métal, dont l'un est sulfuré à la surface, un couple thermo-électrique capable de fonctionner pendant longtemps et de donner, par une élévation de température ne dépassant pas 200 ou 300 degrés, des décompositions électro-chimiques telles que celles du sulfate de cuivre, du nitrate d'argent, etc. Le courant thermo-électrique obtenu dans cette circonstance est même plus énergique que celui qui se produit en se servant de circuits composés d'autres métaux, ou bien dans lesquels entrent du persulfure de fer, du peroxyde de manganèse ou d'autres substances minérales, comme cela résulte également de ses recherches (2).

» Cette expérience curieuse, qui est répétée dans les cours publics depuis cette époque, m'avait fait penser qu'on pourrait former avec le sulfure de cuivre fondu des couples thermo-électriques d'une force électromotrice assez élevée relativement à celles des autres couples habituellement en

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. XXXIV, p. 157 (1827).

(2) Becquerel et Ed. Becquerel, *Traité d'Électricité* en 3 volumes, t. I, p. 157 (1855).

usage. L'étude que j'ai faite à cette occasion m'a conduit à comparer le intensités des courants électriques développés par l'action de la chaleur dans un grand nombre de circuits; n'ayant pas complétement terminé mes recherches, je n'aurais pas encore parlé des résultats auxquels je suis déjà parvenu sans la publication récente d'une Note de M. Bunsen (1) relative au dégagement des courants thermo-électriques dans des circuits où se trouve la pyrite cuivreuse naturelle et la pyrolusite (peroxyde de manganèse). J'ai donc cru devoir, dès aujourd'hui, faire connaître quelques-uns des résultats auxquels je suis parvenu, en attendant le travail plus complet que je publierai plus tard.

» Le soufre est une des substances qui modifient le plus profondément le pouvoir thermo-électrique des métaux, soit en les rendant plus positifs ou plus négatifs. Les sulfures d'argent, d'antimoine, de fer, de zinc ne présentent aucune action bien énergique; mais le sulfure de bismuth se comporte comme assez fortement négatif, et cela à un degré supérieur au bismuth lui-même. Les barreaux ou les plaques formés avec ce sulfure fondu sont assez fragiles; mais comme cette matière se mélange par la fusion en toutes proportions avec le bismuth, il est facile d'obtenir des conducteurs assez résistants par un mélange de ces deux substances; il est même remarquable que du bismuth qui contient une certaine quantité de sulfure est aussi négatif que ce dernier. Le mélange dont j'ai fait généralement usage est composé de parties égales de ces matières.

» Un couple thermo-électrique formé par le bismuth ainsi sulfuré et le cuivre a une force électromotrice plus de trois fois supérieure à celle du couple ordinaire bismuth-cuivre dans les mêmes conditions de température et de conductibilité électrique. Je pense donc que ces couples pourront être employés avec avantage dans l'étude du rayonnement calorifique.

» Le protosulfure de cuivre fondu est éminemment positif par élévation de température par rapport aux autres substances minérales et métalliques; mais cette matière exige pour cela un état moléculaire sans lequel ces effets électriques ne peuvent être observés. On lui donne cet état particulier en la fondant à une température peu supérieure à son point de fusion, et en la coulant dans des moules de façon à ce que les barreaux et les plaques présentent une cassure fibreuse ainsi que des bulles répandues çà et là dans la masse. Si on la fond à plusieurs reprises à une haute température et qu'on la coule en masses parfaitement homogènes, son pouvoir thermo-électrique

---

(1) *Annales de Poggendorff*, novembre 1864, p. 505.

est presque détruit. Je m'occupe actuellement des effets que l'on pourrait obtenir avec le sulfure de cuivre aggloméré par compression.

» Ce résultat curieux explique peut-être le motif pour lequel M. Bunsen a trouvé que la pyrite cuivreuse naturelle fondue perd en grande partie son pouvoir thermo-électrique ; car cette substance, quand on la fond, présente une homogénéité qui, en général, est contraire au développement des courants thermo-électriques; on sait, en effet, depuis longtemps, que les corps conducteurs à cassure cristalline sont ceux qui présentent sous ce rapport les actions les plus vives.

» Ces effets thermo-électriques différents produits par une même substance sont très-remarquables; il est possible qu'ils soient dus à des modifications du même genre que celles qui se produisent par la trempe, l'écrouissage, etc., lesquelles changent les conditions thermo-électriques des corps (1).

» Le pouvoir thermo-électrique du protosulfure de cuivre fondu, préparé comme il vient d'être dit par une seule fusion, est tel, qu'entre 0 et 100 degrés un couple formé par cette substance et le cuivre, a une force électromotrice qui est environ dix fois supérieure à celle d'un couple bismuth-cuivre, à égalité de conductibilité et dans les mêmes circonstances de température. Ce nombre n'est donné que d'une manière approximative, car le protosulfure de cuivre est difficilement obtenu toujours identique à lui-même. Des échantillons de peroxyde de manganèse m'ont paru moins positifs que le sulfure de cuivre; cette matière doit donc être placée entre le sulfure de cuivre et l'antimoine.

» La pyrite cuivreuse naturelle (double sulfure de cuivre et de fer) est au contraire fortement négative, comme cela résulte du reste de l'observation de M. Bunsen, et son pouvoir thermo-électrique est tel, qu'un couple pyrite cuivreuse et cuivre a une force électromotrice moindre que celle donnée par un couple sulfure de cuivre fondu et cuivre (2).

» Le protosulfure de cuivre et la pyrite cuivreuse naturelle sont donc deux substances qui sont placées vers les limites opposées de l'échelle

---

(1) Becquerel, *Résumé de l'histoire de l'électricité*, p. 156 et 157.

(2) Dans le couple pyrite de cuivre-cuivre, le cuivre est positif, tandis qu'avec le sulfure de cuivre il est négatif par élévation de température.

Il est probable, d'après ce qui a été dit plus haut, que l'état moléculaire de la pyrite cuivreuse naturelle influe sur l'intensité du courant thermo-électrique produit, et qu'avec des échantillons différents de cette matière on peut obtenir des effets plus ou moins éner-

thermo-électrique des corps, la première étant éminemment positive et la seconde éminemment négative par élévation de température; quant à présent, ce sont celles qui ont présenté les effets les plus énergiques. On devrait donc penser qu'en associant ces deux corps on pourrait construire des piles thermo-électriques assez puissantes. Mais si l'on remarque que l'on n'a pas toujours à sa disposition des échantillons de pyrite cuivreuse assez volumineux et qu'on ne peut les travailler avec facilité, mais qu'au contraire il est facile de donner par la fusion toute sorte de formes au sulfure de cuivre, on doit en conclure qu'il est préférable de construire simplement les piles thermo-électriques en associant le protosulfure de cuivre au cuivre, quitte à leur donner un nombre d'éléments un peu plus grand pour compenser la substitution du cuivre à la pyrite comme substance négative par élévation de température.

» Une des difficultés que l'on rencontre dans l'emploi du sulfure de cuivre obtenu dans l'état particulier dont il a été fait mention plus haut, c'est son faible pouvoir conducteur; cependant, à mesure que la température s'élève, ce pouvoir conducteur augmente, et du reste l'on peut donner aux plaques ou aux barreaux de sulfure des dimensions suffisantes pour compenser leur défaut de conductibilité; d'un autre côté, les piles thermo-électriques en raison de cela donnent des courants qui franchissent plus facilement les circuits résistants.

» Pour donner une idée des effets que l'on peut obtenir avec des piles thermo-électriques de cette nouvelle forme, je citerai les résultats suivants :

» J'ai disposé une pile thermo-électrique de 10 éléments dont chaque couple était formé par un barreau cylindrique de sulfure de cuivre fondu de 10 centimètres de longueur sur 1 centimètre de diamètre, portant un fil de cuivre rouge enroulé à chaque extrémité et placé dans une petite éprouvette en verre. L'extrémité inférieure de ces couples plongeait dans une petite auge en cuivre formant bain de sable, de sorte que, les couples étant placés près l'un de l'autre, on pouvait porter simultanément une de leurs extrémités à une température de 300 à 400 degrés environ; l'extrémité supérieure est restée dans l'air. Le bain de sable ayant été échauffé

---

giques; car, avec une plaque que j'ai eue à ma disposition, j'ai obtenu des nombres moindres que ceux qui sont cités par M. Bunsen pour exprimer le pouvoir thermo-électrique de cette matière. Ce qui peut le faire supposer, c'est que l'état moléculaire particulier que possède la pyrite cuivreuse, et qui lui donne son pouvoir thermo-électrique négatif élevé, se perd en grande partie par la fusion, comme on l'a vu précédemment.

au moyen d'un petit fourneau longitudinal à gaz, on a eu un courant électrique qui est devenu bientôt constant et a présenté une force électromotrice à peu près égale à celle d'un élément de pile à sulfate de cuivre. On a pu s'en servir pour décomposer rapidement une dissolution de sulfate de cuivre et pour faire fonctionner le relais d'un appareil télégraphique, c'est-à-dire absolument comme on l'aurait fait dans les mêmes conditions avec un élément hydro-électrique de même résistance et de même force électromotrice.

» Cette pile ne pouvait donner le maximum d'effet, parce que la disposition longitudinale des barreaux et leur peu de longueur n'ont pas permis de refroidir les extrémités laissées dans l'air. Il est préférable de construire chaque couple de sorte que l'une de ses extrémités puisse être refroidie ou maintenue à la température ordinaire. On peut les disposer alors, comme l'a fait M. Ruhmkorff pour les couples que je présente à l'Académie, au moyen de plaques de sulfure de cuivre de 9 centimètres de longueur sur 4 de largeur et 8 millimètres d'épaisseur, encastrées à leurs extrémités par des montants en cuivre rouge qui sont en relation avec des tiges massives de même métal. Les tiges en rapport avec les extrémités des couples qui doivent être échauffées sont horizontales, et en élevant leur température à l'aide de la flamme du gaz, on échauffe par conductibilité l'extrémité correspondante de la plaque de sulfure. Les autres tiges sont verticales, et plongeant dans de l'eau à la température ordinaire ou dans de la glace, servent à maintenir la seconde extrémité des plaques à une basse température.

» J'ai voulu seulement communiquer aujourd'hui quelques-uns des résultats que j'ai obtenus en étudiant le dégagement de l'électricité par l'action de la chaleur, et surtout faire connaître la nouvelle pile thermo-électrique indiquée plus haut. Je me réserve de présenter plus tard à l'Académie des piles thermo-électriques d'un certain nombre d'éléments construites d'après ces principes, ainsi que le travail complet que j'ai fait sur ce sujet, travail qui est relatif aux intensités des courants électriques développés dans un certain nombre de circuits mixtes par des différences déterminées de température de leurs points de jonction. »

PHYSIQUE. — *Dissociation de l'oxyde de carbone, des acides sulfureux, chlorhydrique et carbonique; décomposition de l'ammoniaque; par* **M. H. Sainte-Claire Deville.**

« Dans une récente communication j'ai fait voir comment on pouvait obtenir la dissociation (décomposition partielle à une température infé-

rieure au point fixe de décomposition totale) de l'oxyde de carbone au moyen d'un appareil spécial dont la description ferait ici double emploi (1). Je rappellerai seulement que cet appareil se compose essentiellement d'un tube de porcelaine qu'on peut chauffer à la température la plus élevée, et qui est traversé dans toute sa longueur par un tube métallique étroit maintenu à la température ordinaire au moyen d'un courant d'eau. L'anneau cylindrique dans lequel circule le gaz mis en expérience se trouve ainsi composé de deux parois dont les températures peuvent différer de 1500 degrés.

» 1° *Acide sulfureux.* — Si l'on fait traverser cet appareil, que j'appellerai, pour abréger, tubes chaud et froid, à une température de 1200 degrés environ, par un courant d'acide sulfureux entièrement sec et absorbable par l'eau, on obtient, sans la moindre difficulté, une décomposition partielle de l'acide sulfureux en soufre et acide sulfurique anhydre. Le tube métallique que j'ai employé était en cuivre recouvert par galvanoplastie d'une couche épaisse d'argent pur (2), l'argent n'exerçant, comme on le sait, aucune action sensible sur l'acide sulfureux vers 300 degrés, et à plus forte raison à 10 degrés, température à laquelle est constamment maintenu le métal dans mes expériences. Quand le courant d'acide sulfureux a passé pendant quelques heures, on retire de l'appareil chaud et froid le tube d'argent fortement noirci et sulfuré à sa surface, et couvert en outre d'une couche d'acide sulfurique anhydre qui attire immédiatement l'humidité de l'air, et produit dans la solution de chlorure de baryum un précipité considérable.

» L'acide sulfureux s'est donc dissocié ou incomplétement décomposé en soufre qui s'est déposé sur l'argent, et en oxygène qui, rencontrant l'excès d'acide sulfureux dans des circonstances déterminées plus loin, l'a transformé en acide sulfurique anhydre. L'acide sulfureux a toujours été considéré jusqu'ici comme entièrement indécomposable par la chaleur.

» J'ai fait voir, dans ma dernière communication, quelles sont les relations intimes qui existent entre les effets de l'étincelle électrique et les décompositions ou combinaisons réalisées au moyen des tubes chaud et froid. Cette ressemblance devient à chaque expérience plus manifeste.

---

(1) Voir *Comptes rendus*, séance du 28 novembre 1864.

(2) Je dois à la complaisance de M. P. Christofle tous les appareils de ce genre que j'ai employés; ils sont en cuivre recouvert avec une perfection extrême d'argent, d'or et de platine. Je prie mon jeune et savant ami de recevoir ici tous mes remercîments.

» Ainsi l'acide sulfureux est décomposé par l'étincelle électrique de l'appareil de Ruhmkorff en soufre et acide sulfurique. On le démontre au moyen de deux expériences très-simples. On remplit deux petits eudiomètres gradués d'acide sulfureux pur; dans l'un on met quelques gouttes de chlorure de baryum dissous dans de l'eau saturée d'acide sulfureux; dans l'autre on met de l'acide sulfurique monohydraté. On fait passer dans les deux tubes l'étincelle électrique pendant quelques jours, et l'on voit le mercure (1), sur lequel reposent les deux eudiomètres, monter jusqu'aux fils de platine, c'est-à-dire remplacer entièrement le gaz qui disparaît. Il se dépose une quantité notable de soufre sur le verre au sommet des éprouvettes, et l'acide sulfurique produit en même temps se dissout, soit dans le chlorure de baryum, en y faisant naître un dépôt de sulfate de baryte, soit dans l'acide sulfurique monohydraté, en le transformant en acide de Nordhausen. La première de ces deux expériences fait connaître la nature des produits formés; la seconde démontre que la vapeur d'eau fournie par la solution de chlorure de baryum n'intervient pas dans le phénomène.

» Si l'on fait passer l'étincelle dans l'acide sulfureux sur le mercure et sans absorbant, le gaz se décompose partiellement, du soufre se dépose. Mais le phénomène s'arrête quand la tension de l'acide sulfurique anhydre prend une certaine valeur qui a été trop variable pour être donnée ici. Cette expérience prouve néanmoins que la tension de dissociation à la température communiquée aux particules gazeuses par l'étincelle est considérable.

» Quand on traite par l'étincelle 2 volumes d'acide sulfureux et 1 volume d'oxygène sur l'acide sulfurique monohydraté, les gaz se combinent entièrement et très-rapidement en produisant de l'acide sulfurique anhydre absorbé par l'acide monohydraté et sans dépôt de soufre. Cette expérience prouve que la production de l'acide sulfurique dans la dissociation de l'acide sulfureux est un phénomène secondaire qui suit la décomposition préalable de l'acide sulfureux en soufre qui se dépose et en oxygène qui se fixe à l'état naissant sur l'excès d'acide sulfureux.

» 2° *Acide chlorhydrique.* — L'acide chlorhydrique a résisté jusqu'ici à toutes les épreuves qu'on lui a fait subir pour le décomposer en ses éléments au moyen de l'action simple du feu. Cela se conçoit facilement :

---

(1) Dans ces expériences il faut toujours recouvrir la surface libre du mercure avec une couche d'acide sulfurique concentré, pour empêcher l'air de pénétrer dans l'intérieur de l'eudiomètre, en suivant les parois du verre que ne mouille pas le mercure.

d'abord, sa tension de dissociation aux températures élevées est manifestement très-faible, et le chlore se combine avec l'hydrogène si facilement, qu'on n'imagine pas que les éléments, momentanément séparés sous l'influence du feu, puissent rester isolés pendant le refroidissement du gaz. Il a donc fallu avoir recours à un artifice que permet de réaliser l'emploi des tubes chaud et froid.

» J'avais d'abord utilisé comme tube froid un tube argenté recouvert de teinture de tournesol très-pure et très-sensible, telle que l'élégant procédé de M. de Luynes nous permet de l'obtenir aujourd'hui. L'acide chlorhydrique passant au travers du tube de porcelaine chauffé au moins à 1500 degrés a fortement rougi la teinture de tournesol, sans lui faire subir d'autre altération. Mais le chlore absolument sec n'ayant qu'une action faible, quand elle n'est pas nulle, sur les matières colorantes sèches elles-mêmes, cette expérience n'a prouvé qu'un fait pour lequel je la cite, c'est que mon tube refroidi ne s'élève dans aucune des parties de sa surface à une température sensiblement plus haute que l'eau qui la traverse. Et cependant il est plongé dans une enceinte dont la température est telle que l'œil ne peut soutenir l'éclat de la lumière produite.

» Je remplaçai la teinture de tournesol par le mercure qui, en s'amalgamant avec l'argent du tube, produit à sa surface une couche miroitante dans laquelle le mercure doit entrer pour une faible proportion. M. Pébal et moi nous avons démontré que le mercure ne l'attaque pas du tout au contact de l'acide chlorhydrique à la température de 360 degrés, tandis qu'il absorbe le chlore avec une extrême facilité. En introduisant du mercure toujours froid dans une atmosphère très-chaude où je suppose du chlore mis en liberté au milieu d'un grand excès d'acide chlorhydrique, j'avais un réactif du chlore très-sûr et très-sensible. Je fis donc passer dans les tubes chaud et froid de l'acide chlorhydrique (entièrement absorbable par l'eau et dépouillé de chlore par le contact prolongé d'une solution de vitriol vert), entre la paroi du tube de porcelaine chauffé vers 1500 degrés et la surface maintenue à 10 degrés d'un tube d'argent amalgamé. J'obtins au bout de quelques heures un résultat des plus nets. Le mercure et même l'argent s'étaient légèrement chlorurés à la surface, car en mouillant le tube amalgamé avec de l'ammoniaque, le tube noircit et l'ammoniaque s'empara d'une petite quantité de chlorure d'argent. Il s'était donc formé du chlore, et dans une opération où je mis un soin particulier à construire des appareils clos avec une extrême perfection, je recueillis quelques centimètres cubes d'un gaz inflammable qui renfermait une notable proportion

d'hydrogène. Je dois dire pourtant que ces quantités de chlore et d'hydrogène sont très-petites, ce qui me fait admettre pour l'acide chlorhydrique une tension de dissociation sensible, mais très-faible à la température de 1500 degrés (1) environ.

» L'action de l'étincelle électrique sur l'acide chlorhydrique gazeux amène exactement aux mêmes conclusions.

» En faisant passer au travers de l'acide chlorhydrique pur et sec contenu dans un eudiomètre plongeant dans le mercure les étincelles d'un appareil de Ruhmkorff pendant quatre fois vingt-quatre heures, le volume a d'abord diminué; en même temps la surface du mercure s'est ternie en se recouvrant de chlorure; puis le volume est devenu invariable et l'altération du mercure a cessé. Enfin l'analyse du gaz restant y a décelé la présence de l'hydrogène.

		Quantité décomposée.
Volume de l'acide chlorhydrique............	312	
Volume du gaz après l'action des étincelles.....	290	0,07
Volume de l'hydrogène....................	13	
Volume de l'hydrogène calculé..............	11	

» Ce résultat correspond à une tension de dissociation extrêmement petite, comme je le ferai voir plus tard.

» 3° *Oxyde de carbone.* — Dans ma dernière communication, j'ai fait voir que les tubes chaud et froid permettaient de dissocier l'oxyde de carbone en formant de l'acide carbonique et du charbon. Il en résulte que l'oxyde de carbone doit se transformer partiellement en acide carbonique, même en présence du charbon.

» En effet, si l'on introduit dans un tube de verre vert taré une quantité pesée de noir de fumée calciné longtemps dans une atmosphère d'oxyde de carbone, si l'on fait passer sur ce noir de fumée de l'oxyde de carbone rigoureusement pur et qu'enfin l'on recueille dans l'eau de baryte ou dans la potasse d'un tube de Liebig le gaz qui sort de l'appareil, on constate que le poids du tube à noir de fumée augmente sensiblement par suite du dépôt de charbon qui s'y produit, et qu'une quantité correspondante d'acide carbonique s'est fixée dans les tubes absorbants. Cette dissociation est très-

(1) Quand la température a été fort élevée, on trouve à la surface du tube froid un mélange pulvérulent de chlorure d'aluminium et de chlorure de potassium, provenant de l'action qu'exerce l'acide chlorhydrique sur le feldspath dont est couverte la porcelaine.

faible à la température de fusion du verre, température qu'il faut pourtant atteindre, ce qui rend la dernière opération très-délicate. Aussi n'ai-je obtenu que 4 milligrammes de charbon déposé dans le noir de fumée et 18 milligrammes d'acide carbonique dans mes tubes absorbants, lorsque j'opérais pendant quelques heures. Mais si l'on remplace le verre par la porcelaine et qu'on se contente de peser l'acide carbonique, on peut, à une température inférieure au point de fusion de l'argent, produire très-rapidement plusieurs décigrammes de gaz acide carbonique en faisant passer 10 à 15 litres d'oxyde de carbone pur sur du noir de fumée calciné. Ceci démontre la proposition en apparence paradoxale que l'oxyde de carbone se transforme partiellement en acide carbonique au contact du charbon porté au rouge.

» Il résulte aussi de mes anciennes expériences sur l'acide carbonique que celui-ci peut se tranformer partiellement ou se dissocier en oxyde de carbone et oxygène à une haute température, et cela en présence d'un excès d'oxygène. D'où il suit qu'un mélange d'oxygène et d'acide carbonique qui traverse un tube de porcelaine rouge contient de l'oxyde de carbone. Cette proposition, paradoxale en apparence, comme la première, est pourtant démontrée par les mémorables expériences (1) dans lesquelles MM. Dumas et Stas ont fixé l'équivalent du carbone. Ils ont vu que le diamant, le graphite, le carbone enfin, brûlant dans un grand excès d'oxygène, ne donnaient jamais de l'acide carbonique pur, mais toujours un mélange de ce gaz avec des quantités notables d'oxyde de carbone qu'il fallait faire passer au travers de l'oxyde de cuivre rougi afin d'obtenir un gaz entièrement absorbable par la potasse.

» L'étincelle électrique agissant à la manière des tubes chaud et froid montre tous ces phénomènes de dissociation au plus grand jour : elle servirait même à les mesurer, si l'on savait la température qu'elle peut communiquer aux particules de gaz qu'elle traverse, température qui dépend nécessairement de la chaleur spécifique et de la densité du gaz.

» En mettant dans un eudiomètre 220 volumes d'oxyde de carbone pur et faisant passer l'étincelle pendant soixante-douze heures, le volume se réduit à 217 ou 217,5. Dans ce gaz la potasse indique 5 volumes d'acide carbonique (2), ce qui fait que la quantité d'oxyde de carbone décomposé

---

(1) Expériences confirmées et utilisées par MM. Favre et Silbermann.

(2) Le résidu est de l'oxyde de carbone entièrement absorbable par le protochlorure de cuivre.

par l'étincelle n'est que les 22 millièmes de la quantité totale. La tension de dissociation de l'oxyde de carbone est donc excessivement faible à une température déjà fort élevée, comme cela résulte de mes expériences dans les tubes chaud et froid.

» Mais cette tension est suffisante pour qu'on puisse, en la détruisant à chaque instant, obtenir la décomposition totale de l'oxyde de carbone en charbon et acide carbonique. C'est ce qu'on réalise en introduisant une dissolution sursaturée de potasse au-dessus du mercure dans l'eudiomètre. Le sommet du tube se remplit d'une neige de noir de fumée très-léger qu'on fait tomber de temps en temps pour permettre à l'étincelle de se développer librement, et le mercure monte jusqu'aux fils de platine. L'oxyde de carbone s'est transformé intégralement en charbon déposé sur le verre et en acide carbonique absorbé par la potasse. Il faut cinq ou six fois vingt-quatre heures pour que le phénomène soit complet (1).

» 4° *Acide carbonique.* — Les expériences que j'ai faites sur la dissociation de l'acide carbonique m'ont fait présumer que la tension de dissociation de ce gaz à des températures voisines de 1200 degrés devait être déjà très-forte. Et en effet la décomposition par l'étincelle de l'acide carbonique s'est effectuée de telle façon, que le gaz a augmenté d'un septième de son volume après trois fois vingt-quatre heures; et comme cette augmentation indique exactement la moitié de l'acide carbonique décomposé, on voit qu'elle est égale à 28 centièmes du volume employé. L'analyse du gaz restant a donné les résultats suivants :

		Rapports des volumes
Oxygène	12,2	1
Oxyde de carbone	24,0	2
Acide carbonique	63,8	5
	100,0	

» Ces chiffres confirment toutes mes prévisions.

» On rend la décomposition de l'acide carbonique complète en mettant à la surface du mercure dans l'eudiomètre une boule de phosphore. On obtient ainsi au bout de quelques jours, au lieu de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone pur ayant le même volume que le gaz employé. Pour

(1) Mes étincelles sont fort courtes, et je me garde bien d'employer un courant assez fort pour que les pointes ou fils de platine rougissent. Dans certains cas, le caractère de l'action qu'exerce l'étincelle changerait complétement.

que la décomposition soit complète, il faut de temps en temps exciter l'oxydabilité du phosphore en le fondant à l'aide de quelques charbons. Il arrive alors que la combustion vive du phosphore peut se développer dans l'éprouvette avec dégagement d'acide phosphorique en flocons. Au bout de vingt-quatre heures la décomposition de l'acide carbonique est déjà presque complète, comme le prouve l'analyse suivante :

Acide carbonique restant....................	36
Oxyde de carbone pur......................	290
Acide carbonique employé..................	326

» 5° *Ammoniaque.* — Si l'on soumet du gaz ammoniac à l'action de l'étincelle pendant quelques heures, jusqu'à ce que son volume paraisse exactement doublé, on n'observe pas d'absorption sensible en introduisant quelques gouttes d'eau dans l'eudiomètre : il semble donc que la décomposition soit complète. Mais si au lieu d'eau on fait passer quelques bulles d'acide chlorhydrique gazeux, une fumée très-légère trouble d'une manière manifeste le mélange d'azote et d'hydrogène dans lequel s'est transformée l'ammoniaque. Cette transformation n'est donc pas absolue. C'est ce qui rend facilement explicable l'expérience suivante. Après avoir décomposé 1 volume d'ammoniaque aussi parfaitement que possible par l'étincelle, ce qui donne 2 volumes d'un mélange d'azote et d'hydrogène, on introduit dans l'eudiomètre 1 volume d'acide chlorhydrique gazeux et l'on fait passer l'étincelle de nouveau pendant huit à dix heures. Au bout de ce temps la partie supérieure de l'appareil est tapissée d'une couche de sel ammoniac et le mercure est monté jusqu'aux fils de platine.

» Pour faire l'expérience plus exactement, il vaut mieux introduire dans le mélange d'hydrogène et d'azote un peu moins que la moitié de son volume d'acide chlorhydrique, faire passer l'étincelle jusqu'à ce que le mercure cesse de monter, et analyser le résidu. Voici les résultats de cette opération :

				Rapports.
Gaz ammoniac..................	53		53	1
Azote et hydrogène après l'étincelle...	106		106	2
Acide chlorhydrique ajouté.........	47	47	52,5	1
Résidu (azote et hydrogène)........	$11 \times \frac{1}{2}$	5,5		

» En faisant passer au travers de l'appareil chaud et froid un mélange bien purifié d'azote et d'hydrogène obtenu par la décomposition de l'ammoniaque au moyen du cuivre porté au rouge et d'acide chlorhydrique

gazeux dans les proportions à peu près équivalentes, on réussit à déposer sur le tube froid de très-petites quantités de chlorhydrate d'ammoniaque. Pour opérer avec rigueur, il faut faire circuler les gaz avant et après leur mélange à travers de longs tubes froids et remplis de ponce sulfurique : pour constater la présence de l'ammoniaque dans le dépôt salin fort complexe (1) qui recouvre le tube froid, il faut imprégner sa surface d'une dissolution concentrée de potasse. A l'odeur qui se développe et à la fumée blanche qui se forme autour d'une baguette mouillée d'acide chlorhydrique, on reconnaît facilement l'ammoniaque.

» Ainsi se continue cette analogie frappante entre les effets produits sur les corps composés ou sur les mélanges de gaz par l'étincelle électrique d'une part, et de l'autre par les tubes chaud et froid, les corps éprouvant dans les deux cas l'influence d'un refroidissement brusque après avoir été portés à la température la plus élevée. »

M. **Flourens** fait hommage à l'Académie, au nom de *M. Bouisson*, d'un opuscule ayant pour titre : « Les statues de Lapeyronie et de Barthez à Montpellier ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de la Commission chargée de présenter une liste de candidats pour la place d'Académicien libre devenue vacante par le décès de M. l'Amiral *du Petit-Thouars*.

Cette Commission doit, aux termes du Règlement, se composer de sept Membres, savoir : de deux Membres pris dans les Sections de Sciences Mathématiques; de deux Membres pris dans les Sections de Sciences Physiques; de deux Académiciens libres, et du Président de l'Académie.

D'après le résultat du scrutin, cette Commission est composée de MM. Élie de Beaumont et Mathieu, Flourens et Milne Edwards, Bienaymé et Passy, et de M. Decaisne, Président en exercice.

---

(1) Ce dépôt, dont les éléments sont enlevés en partie au feldspath de la porcelaine (*voir* la note ci-dessus), est un obstacle au développement intégral du phénomène : il annule très-rapidement la conductibilité de la paroi refroidie, ce qui explique pourquoi le sel ammoniac est directement et exclusivement appliqué sur la surface métallique.

RAPPORTS.

MÉCANIQUE. — *Rapport sur le Mémoire de* **MM. H. Tresca** *et* **C. Laboulaye**, *intitulé :* Recherches expérimentales sur la théorie mécanique de la chaleur.

(Commissaires, MM. Regnault, Piobert, Combes, Bertrand, Morin rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés d'examiner le Mémoire qui lui a été présenté, dans la séance du 22 février 1864, par MM. H. Tresca et Laboulaye, et qui a pour objet la discussion des résultats d'expériences nouvelles, relatives à la théorie mécanique de la chaleur, exécutées au Conservatoire des Arts et Métiers.

» Depuis 1824, époque à laquelle Sadi Carnot, capitaine du Génie, publia ses *Réflexions sur la puissance du feu* et appela sur la production de travail mécanique due à la chaleur l'attention des physiciens et des mécaniciens, de nombreux Mémoires ont été écrits ou publiés, des expériences multipliées ont été faites pour établir le véritable rapport entre le travail mécanique et les quantités de chaleur qui lui correspondent.

» Tous les mécaniciens éclairés ont admis comme un principe incontestable que la chaleur est une source de travail, et qu'il devait exister, entre les quantités de chaleur développées ou consommées et le travail mécanique produit, des relations qui liaient ensemble ces deux phénomènes, regardés jusqu'alors comme à peu près distincts et d'ordres différents.

» Mais Sadi Carnot, esprit spéculatif plutôt qu'observateur, n'avait pas soumis ses idées et ses conclusions au creuset de l'expérience, et, poussant trop loin ses déductions, il était tombé dans une erreur grave, qui semblait conduire à admettre que le travail mécanique pouvait être produit sans consommation ou sans disparition d'une certaine quantité de chaleur.

» Carnot se trompait, en effet, quand il disait (p. 10 et 11) :

« La production de la puissance motrice est due, dans les machines à
» vapeur, non à une consommation réelle du calorique, mais à son transport
» d'un corps chaud à un corps froid, c'est-à-dire à son rétablissement d'é-
» quilibre, équilibre supposé rompu par quelque cause que ce soit. »

» Cette conclusion est inexacte et démentie par toutes les expériences modernes. Il convient même d'ajouter qu'en ce qui concerne la machine à

vapeur, le raisonnement de l'auteur n'est pas plus vrai pour les machines à pleine pression que pour les machines à détente, et qu'il y a seulement à établir entre elles cette différence que, pendant la période de détente, la communication avec la chaudière, source continue de la chaleur motrice, étant interrompue, l'abaissement de température et la transformation de la chaleur en travail sont aussi évidents que quand il s'agit d'un gaz qui se dilate, tandis que, pendant la période d'admission à pleine pression, la vapeur, qui parcourt les conduits et sert de véhicule à la chaleur, est en communication constante avec la chaudière qui, par son intermédiaire, remplace incessamment dans le cylindre la chaleur transformée en travail.

» Selon que les proportions des passages et la vitesse du piston le permettent, cette restitution de chaleur et le maintien de la pression motrice dans le cylindre qui en est la conséquence sont plus ou moins complets. C'est ainsi que, dans les machines fixes bien proportionnées et dont le piston marche à des vitesses modérées, la pression dans le cylindre pendant la période d'admission ne diffère pas sensiblement de celle de la chaudière, tandis que, dans les machines locomotives, malgré la grandeur des lumières d'admission, la pression dans le cylindre par suite de la vitesse du piston est toujours très-inférieure à celle de la chaudière.

» Si quelques expérimentateurs ont cru trouver dans les machines à basse pression une égalité entre la chaleur contenue dans la vapeur formée dans la chaudière et celle que renferme l'eau sortie du condenseur, cela ne peut être qu'une erreur d'observation, que les considérations précédentes ne permettent pas d'accepter.

» C'est une erreur d'appréciation du même ordre qui a conduit certains ingénieurs à admettre pendant quelque temps que le travail utile d'appareils mus par une machine à haute pression, dont la vapeur d'échappement était employée à des chauffages, pouvait en réalité être obtenu sans dépense de combustible.

» Ces observations sur le point de vue incomplet qui domine dans l'opuscule si remarquable de Carnot expliquent pourquoi les idées qu'il avait émises ont eu peine à prendre cours dans la science. Il ne lui en restera pas moins la gloire d'avoir posé la question et d'avoir ainsi provoqué les nombreuses études auxquelles elle a donné lieu.

» Nous nous abstiendrons, dans ce Rapport, de rechercher la suite historique de ces études, auxquelles bien des physiciens se sont livrés, et nous nous bornerons à faire connaître les procédés d'observation mis en œuvre

par MM. Tresca et Laboulaye, ainsi que les résultats auxquels ils sont parvenus.

» Leur but était de fournir à la science de l'ingénieur une justification simple et nouvelle du principe fondamental de la théorie de l'équivalent mécanique de la chaleur, et d'en déterminer la valeur dans des conditions plus variées et pour des limites plus étendues que celles que l'on avait observées jusqu'à ce jour.

» Cependant il ne sera pas inutile d'appeler l'attention sur certaines conséquences peu exactes que l'on a tirées du principe de l'équivalent mécanique de la chaleur et du travail.

» Il n'est pas rare, en effet, que des faits nouveaux, des doctrines qui, par leur originalité imprévue, viennent éclairer l'esprit humain, le conduisent à des exagérations, à des conclusions qui dépassent les limites de la vérité. Aussi est-il arrivé que des physiciens distingués ont cru trouver dans ces doctrines et dans les conséquences auxquelles elles donnaient lieu à une contradiction avec les principes et les règles de la Mécanique. Il importe de montrer en quelques mots qu'il n'en est rien.

» Les physiciens qui ont regardé les phénomènes mécaniques qui déterminent ou accompagnent le développement de la chaleur comme une sorte de contradiction des principes qui servent de base à la théorie des machines, ont particulièrement insisté sur les circonstances que présente la consommation de travail observée dans le frottement des organes. Mais en contestant que la considération directe de la résistance développée dans ce cas puisse conduire à rendre un compte exact de la différence qui existe toujours dans une machine entre le travail moteur et le travail utile et en cherchant exclusivement l'explication des différences observées dans le développement de chaleur qui se produit alors, ils n'ont pas fait attention que le frottement n'est que la conséquence et l'indice de l'altération des surfaces ou des enduits. Cela est si vrai, qu'à mesure que les corps sont plus polis ou plus durs, que les enduits sont plus fluides ou plus également renouvelés, l'intensité du frottement et le développement de chaleur qui l'accompagne diminuent simultanément.

» A l'inverse, quand l'enduit vient à manquer, quand les pressions deviennent trop fortes, le frottement augmente en même temps que la chaleur, l'altération des surfaces s'accroît, et la chaleur développée peut s'élever jusqu'à produire la fusion des coussinets ou des boîtes de roues.

» Sans doute, si l'on pouvait, dans chaque cas, calculer ou déterminer par expérience la quantité de chaleur qui a été développée dans le glisse-

ment d'un corps sur un autre, et si l'on connaissait bien définitivement la quantité qu'on nomme l'équivalent mécanique de la chaleur, on pourrait, sans se préoccuper de l'intensité des pressions, de la nature des enduits, de leur renouvellement plus ou moins régulier, en déduire la quantité de travail qui constitue la différence du travail utile au travail moteur.

» Mais cette mesure de la chaleur développée, si délicate et si difficile déjà dans les appareils simples des cabinets de physique, ne saurait être réalisée pratiquement quand il s'agit des machines, tandis que les expériences spéciales qui ont servi à déterminer les lois approximatives que suit le frottement de glissement dans les différents cas permettent de calculer directement la quantité de travail qui a été absorbée par l'action de cette résistance.

» Par suite de la relation que les expériences récentes ont conduit à reconnaître entre la quantité de chaleur développée, et celle transmise aux organes des machines et plus ou moins dispersée dans l'espace sans profit industriel, la considération directe du frottement comme résistance passive propre n'apparaît plus, il est vrai, que comme un moyen intermédiaire d'évaluation du travail correspondant à cette quantité de chaleur, mais elle n'en constitue pas moins un moyen logique suffisamment exact, approximatif et commode de se rendre compte de la disparition apparente du travail moteur, disparition qui n'est en réalité qu'une transformation en chaleur non utilisable dans la grande généralité des cas.

» L'emploi de cette sorte de considération intermédiaire entre le travail correspondant ou équivalent à la quantité de chaleur développée est ici tout à fait analogue au rôle que joue le frottement dans les expériences faites avec le frein de Prony pour mesurer l'effet utile ou ce qu'on nomme le rendement d'un récepteur de travail moteur. Le frottement exercé à la circonférence du collier du frein n'entre pour rien dans le calcul des résultats définitifs des expériences, mais il fait équilibre, d'une part à la puissance, et de l'autre à la résistance, et sert à établir l'égalité du travail utilisé par le récepteur et du travail correspondant à l'élévation fictive de la charge du frein. Ce que nous venons de dire du frottement de glissement s'applique également au roulement des corps les uns sur les autres, soit qu'il y ait dans cette action broiement, séparation des molécules des corps, ou simple altération de leur élasticité, soit même que leur élasticité reste intacte après le passage des corps roulants.

» Dans tous ces cas, la détermination directe de la résistance et du tra-

vail qu'elle consomme est la seule mesure possible des effets des phénomènes plus ou moins complexes qui s'accomplissent et qui sont accompagnés d'un développement de chaleur inconnu.

» Enfin, lors même que l'élasticité n'est pas altérée au moment du contact, comme les éléments des corps roulants et ceux de la voie parcourue ne reprennent leur forme et leur température primitive qu'après le passage, la puissance motrice n'en a pas moins consommé une certaine quantité de travail non utilisée pour produire les compressions et les développements de chaleur qui en sont la conséquence et qui constituent le déficit de travail occasionné par le roulement.

» Pareille chose peut encore être dite des consommations de travail causées par les chocs, et qui se manifestent à la suite des compressions, des allongements, des flexions qu'ils déterminent. Par la considération des pertes de force vive qui se produisent alors, le calcul permet de déterminer les consommations de travail qui en sont la conséquence, et qui ont été transformées en quantités de chaleur non utilisées, et qu'on ne peut mesurer dans les machines.

» Ajoutons enfin qu'il n'existe dans la nature, ni corps parfaitement polis et incompressibles, qui, après avoir été soumis à des pressions accompagnées de glissement ou de roulement, soient inaltérés dans leurs surfaces ou dans leurs formes, ni enduits parfaitement fluides, et que le travail moléculaire qui résulte de ces efforts ne peut jamais être considéré comme nul, sans qu'il en soit de même des quantités de chaleur qui en seraient l'équivalent.

» Les considérations basées sur de semblables hypothèses, en contradiction manifeste avec les conditions de la constitution des corps de toute nature, loin de jeter du jour sur la question, ne peuvent servir qu'à rendre obscur le principe que toutes les expériences tendent à rendre évident et incontestable, à savoir : que toute production de travail est la conséquence d'une consommation de chaleur qui en est l'équivalent, et que toute consommation apparente ou latente de travail est la conséquence du développement d'une quantité de chaleur qui lui est également proportionnelle; les réciproques de ces propositions fondamentales étant également vraies.

» C'est ainsi que l'idée de l'équivalent mécanique de la chaleur, en s'affirmant de plus en plus, ne modifie en rien ni les principes, ni les lois, ni les formules de la dynamique.

» Mais si le principe est aujourd'hui corroboré par de nouvelles et ingénieuses expériences faites par d'autres physiciens, et s'il est généralement

admis qu'il existe entre les quantités de chaleur dépensées ou développées, et le travail qui leur correspond, un rapport constant que l'on nomme l'équivalent mécanique de la chaleur, la difficulté que présente la détermination de ce rapport n'a pas encore permis d'en fixer la valeur d'une manière certaine et tout à fait incontestée.

» Les expériences de cette nature sont en effet fort délicates, et tous les corps ne se prêtent pas également à leur exécution.

» Dans les solides, le développement de la chaleur est toujours accompagné de mouvements, de déplacements, et par suite d'actions moléculaires qui absorbent, sous le nom de travail intérieur, une portion notable et inconnue jusqu'ici du travail correspondant à la quantité de chaleur mise en jeu, et dès lors le rapport entre cette quantité de chaleur et le travail, calculé d'après le changement de la forme extérieure, ne peut être déterminé avec exactitude. Aussi, toutes les expériences exécutées sur les déformations des solides et les calculs directs que l'on peut établir à l'aide de la connaissance de leur coefficient d'élasticité, de leur dilatation et de leur chaleur spécifique, ne sauraient-ils conduire à des résultats exacts.

» Des effets analogues se produisent, quoique à un degré sensiblement plus faible, lorsque l'on opère sur des liquides, parce que les résistances moléculaires qui sont mises en jeu dans leurs déformations ont une intensité bien inférieure à celle des solides. Mais il n'en résulte pas moins une réelle incertitude sur les résultats obtenus en opérant sur l'eau et sur le mercure.

» Les résultats des expériences nombreuses qu'un savant et persévérant ingénieur a faites sur des machines à vapeur, en cherchant à déterminer la quantité de chaleur qui se transforme en travail moteur dans les parcours de la vapeur, depuis la chaudière jusqu'au condenseur, sont aussi, malgré tous les soins de l'auteur, sujettes à une incertitude analogue. Une partie très-notable du travail de la chaleur est absorbée par les frottements, par les ébranlements de l'appareil, en même temps qu'une portion non moins importante de la chaleur introduite par la vapeur est dissipée dans l'espace. Ce sont là des causes d'incertitude et d'erreur auxquelles tout le talent et toutes les précautions de l'observateur le plus habile ne sauraient échapper complétement.

» Les gaz, par suite de la mobilité de leurs éléments, se prêtent beaucoup mieux aux observations dont il s'agit, et leur emploi permet d'étendre les expériences à des quantités de chaleur et de travail considérables, ce qui peut assurer aux évaluations une plus grande exactitude.

» Mais pour montrer aux ingénieurs que les résultats des expériences faites dans les cabinets de physique peuvent être étendus aux phénomènes que présentent les grands appareils de l'industrie, il était nécessaire que la détermination de l'équivalent mécanique de la chaleur fût faite à l'aide d'expériences où les températures, les quantités de chaleur développées aient varié dans des limites beaucoup plus étendues que celles qui ont été obtenues jusqu'à ce jour, afin de donner à cette valeur un degré de certitude et de précision que ne pouvaient fournir celles qui étaient déjà connues.

» Si l'on se reporte, en effet, aux expériences du savant physicien auquel on doit les premières déterminations de l'équivalent mécanique de la chaleur, l'on voit que les différences de températures observées ont été dans les expériences :

	Degrés centigrades.
Sur le frottement de l'eau contre une roue à palettes, par M. Joule (1845 et 1857), en moyenne, de	0,320
Sur le frottement du mercure contre une roue à palettes, par M. Joule (1850), en moyenne, de	0,508 à 1,340
Sur le frottement du fer sur le fer dans le mercure, par M. Joule (1850), en moyenne, de	2,37 et 0,84

» Or, en considérant dans quelles limites restreintes cet habile physicien a opéré, et en songeant à toute la délicatesse de ces expériences, on se demande ce que l'on doit le plus admirer de l'ingéniosité des recherches ou de la hardiesse avec laquelle leur auteur a osé, par une sorte d'intuition, baser sur des observations si restreintes la généralité de la loi et la valeur même de l'équivalent mécanique de l'unité de chaleur.

» Cette remarque n'a nullement pour but d'atténuer le mérite des belles recherches de M. Joule, auquel revient incontestablement, selon nous, l'honneur d'avoir le premier assigné une valeur très-probablement voisine de l'exactitude à cet équivalent mécanique de l'unité de chaleur ; mais elle justifie ce que nous venons de dire de l'utilité d'expériences faites sur une échelle plus grande ou sur des variations de température bien plus étendues, afin de donner à la démonstration plus de généralité, et à la détermination expérimentale plus de certitude.

» Il convient en effet de remarquer que dans ces recherches où la valeur de l'équivalent mécanique de la chaleur est donnée par le rapport du travail développé, toujours facile à déterminer et généralement assez grand, à une variation de température ordinairement assez faible, de légères erreurs d'observation sur cette dernière quantité peuvent jeter beaucoup d'incertitude sur la valeur cherchée.

» Les variations de pression et de température qui se produisent lorsque de l'air ou un gaz quelconque, soumis dans un récipient à une pression plus ou moins considérable, s'écoule dans l'atmosphère, ont depuis longtemps appelé l'attention des physiciens. Les observations ont eu dans l'origine pour principal but de déterminer les valeurs absolues et le rapport de la capacité des gaz pour la chaleur quand ils sont maintenus à pression constante, ou qu'ils conservent un volume constant.

» Clément Desormes entreprit à ce sujet, à la demande de M. de Laplace, des recherches dont les résultats ont été présentés à l'Institut en 1812, et dans lesquelles il opéra avec un récipient qui n'avait qu'une capacité de 10 litres.

» MM. Gay-Lussac et Welter renouvelèrent l'expérience et parvinrent à une appréciation plus exacte du rapport de ces capacités.

» Plus récemment M. Cazin, professeur de Physique, a repris cette recherche, et, pour échapper, autant qu'il le pouvait, aux difficultés que les dimensions, forcément trop restreintes, des appareils ordinaires de physique apportent à la détermination exacte des résultats, et aux perturbations dont il est souvent impossible d'apprécier la cause, il a opéré à l'aide de récipients contenant 60 litres de gaz. Mais malgré tous ses soins et l'ingéniosité de ses moyens d'observation, il n'a pu complétement éviter ces incertitudes, par suite de la grandeur relative de l'orifice d'écoulement de son appareil et de quelques autres circonstances.

» Plus favorisés par les moyens dont ils disposaient au Conservatoire des Arts et Métiers, MM. Tresca et Laboulaye ont pu opérer avec des récipients de plus de 3000 litres de capacité, et, par conséquent, bien plus considérables que tous ceux qu'on avait employés avant eux ; et en produisant l'écoulement de l'air par un orifice relativement très-petit, ils ont rendu le mouvement de détente opéré dans leur récipient tellement lent, que son influence sur les résultats est devenue à peine sensible.

» Des expériences ayant aussi pour objet la détermination des deux capacités des gaz pour la chaleur en la déduisant d'observations faites sur la vitesse du son, et qui ont été poursuivies avec persévérance sur une grande échelle par notre confrère, M. Regnault, conduiront sans doute à des déterminations précises que les amis de la science accueilleront avec le plus grand intérêt.

» Placés à un autre point de vue, les auteurs dont nous avons dû examiner le travail, désireux de propager parmi les ingénieurs, et à l'aide d'expériences où les phénomènes mécaniques ordinaires jouent le principal rôle,

la doctrine nouvelle et si importante des rapports qui lient la chaleur et le travail mécanique, ont cru devoir suivre la direction déjà adoptée par quelques-uns de leurs prédécesseurs, en modifiant les procédés d'observation et le mode de discussion des résultats.

» Par la grandeur des volumes mis en jeu, par les limites étendues de pression et de variations de températures dans lesquelles ils ont opéré, ils ont échappé en partie aux difficultés que nous avons signalées, et par le soin qu'ils ont apporté à tenir compte de toutes les circonstances essentielles des phénomènes observés, ils ont pu parvenir à des déterminations qui, en étendant le champ de la vérification de la loi de Physique mécanique qu'ils étudiaient, ont en même temps fourni une valeur très-approchée de la quantité cherchée, et montré sa constance.

» La description du procédé d'expérimentation adopté par les auteurs nous entraînerait au delà des limites d'un Rapport; on la trouvera d'ailleurs complète dans le Mémoire et dans les dessins qui l'accompagnent, et nous nous bornerons à dire en termes généraux qu'il consistait à comprimer à l'avance jusqu'à plusieurs atmosphères de l'air desséché à la chaux dans un réservoir cylindrique, à bases hémi-sphériques, en forte tôle et de $3^{mc},208$ de capacité.

» Lorsque la température était devenue invariable, en ouvrant rapidement, et pendant 5 secondes ordinairement, un robinet placé dans l'axe du cylindre, on laissait échapper une certaine quantité d'air. La température de l'intérieur du réservoir s'abaissant, on pouvait déduire de sa connaissance une relation entre les variations des températures et des pressions de l'air contenu dans le réservoir qui conduisait à la valeur cherchée de l'équivalent mécanique.

» Pour échapper à la difficulté et aux incertitudes de la mesure directe des températures variables de l'air dans le réservoir, les auteurs y ont substitué celle des pressions, au moyen d'un tube barométrique à siphon dans lequel on observait les hauteurs des colonnes de mercure à l'aide de deux cathétomètres. Ce tube était muni d'un flotteur et d'un contre-poids porteur d'un style, qui traçait sur une glace enfumée, animée d'un mouvement uniforme connu, une courbe qui donnait la valeur et la loi de la variation de la pression. Puis, à l'aide de la loi de Gay-Lussac combinée avec celle de Mariotte, on en déduisait ensuite facilement celle des températures.

» Immédiatement après la fermeture du robinet, la température et la pression intérieure du réservoir croissaient, leur marche était de même indiquée par le style du tube barométrique, et quand elles étaient revenues à

un état stable correspondant à la température primitive, mais à une pression moindre, on faisait immédiatement une nouvelle expérience, dans laquelle la pression initiale était précisément la pression finale de l'expérience précédente.

» Ces observations répétées se succédaient avec assez de rapidité à des intervalles de temps égaux pour que, dans une même séance, avec des conditions identiques de pression atmosphérique et de température extérieure, on ait pu en exécuter dix en faisant varier la pression intérieure du réservoir de $2^{atm},994$ à 1 atmosphère environ, et produire des abaissements successifs de température qui, ajoutés ensemble, donnaient un abaissement total de $102°,13$, auquel correspondait le développement de 220 calories ou unités ce chaleur. Quant au travail de détente de l'air pendant ces séries d'observations, il s'est élevé à 98000 kilogrammètres.

» Mais si, après chaque expérience, la température intérieure du réservoir revenait à celle de l'air extérieur par suite de la conductibilité des parois, il était évident que, pendant la durée de chaque période d'écoulement, si courte qu'elle ait été, cette paroi devait restituer à l'air intérieur une portion de la chaleur transformée en travail pour produire la détente du gaz. Il était donc indispensable de tenir compte de cette restitution et d'en connaître la loi.

» C'est ce que le mode d'expérimentation adopté permettait de faire, puisque chaque période d'écoulement était suivie d'une période de réchauffement assez longue pendant laquelle l'équilibre de température se rétablissait et dont la loi géométrique était donnée par une courbe tracée par l'appareil lui-même.

» Pour procéder avec plus de sûreté et se baser sur une loi plus générale, les auteurs ont fait des observations spéciales dans lesquelles ils ont prolongé la durée de l'écoulement et du refroidissement, en observant ensuite la marche du réchauffement, ce qui les a conduits à constater que la loi indiquée par Newton sur la proportionnalité de la chaleur transmise et de la différence des températures intérieure et extérieure était d'une exactitude suffisante, au moins dans les limites des données de leurs expériences.

» Cette vérification, intéressante au point de vue de la théorie de la chaleur, fait l'objet d'une Note annexée à leur Mémoire.

» C'est d'ailleurs pour rendre la correction à faire aux résultats immédiats de chacune des expériences partielles encore plus voisine de l'exactitude, que les auteurs ont limité la durée de chaque écoulement à quelques

secondes, et ont eu soin de laisser chaque fois l'équilibre de température se rétablir, avant de procéder à une nouvelle observation.

» En réfléchissant à la marche générale des expériences, on voit que l'air contenu à l'origine de chacune d'elles peut être considéré comme partagé, par le fait de l'écoulement, en deux parties : l'une, la principale et de beaucoup la plus considérable, qui a éprouvé un refroidissement et une détente correspondant à l'expulsion de l'autre. Cette dernière, bien moindre, s'est détendue, s'est refroidie, à son passage dans l'atmosphère, suivant des lois dont on ne se préoccupe pas, les seuls effets qu'on étudie étant ceux qui se manifestent dans la première.

» Celle-ci, en se détendant, a certainement éprouvé des mouvements moléculaires, des résistances de la part des parois, mais tous ces mouvements ont eu si peu d'amplitude et de vitesse, par suite de la grandeur de la section du réservoir par rapport à celle de l'orifice, qu'on a cru pouvoir négliger ces pertes dans le mode de calcul employé.

» A l'aide des précautions et des corrections que nous venons d'indiquer, les auteurs sont parvenus à déduire de leurs expériences pour la valeur de la quantité de travail équivalente à chaque unité de chaleur dépensée le nombre 433.

» Il n'est pas inutile peut-être de remarquer que, si cette valeur est un peu supérieure à celle que M. Joule a déduite de ses expériences sur la chaleur développée par le frottement dans les liquides, cela pourrait peut-être être attribué à ce que ce savant physicien a dû, comme nos auteurs, faire abstraction du travail consommé par les résistances moléculaires pour les liquides, lequel est nécessairement bien supérieur à celui que consomme l'air atmosphérique.

» La partie mathématique du Mémoire de MM. Tresca et Laboulaye repose sur l'hypothèse même de l'équivalence entre les quantités correspondantes de chaleur et de travail. L'expression qu'ils en déduisent pour la valeur de l'équivalent mécanique de la chaleur conduit dans chaque cas à des valeurs numériques très-peu différentes les unes des autres.

» La formule à laquelle ils sont conduits par leur hypothèse peut être ramenée à une autre formule connue que Poisson avait établie dans sa théorie de l'écoulement des gaz, à une époque bien antérieure à celle où la notion de l'équivalent mécanique de la chaleur commençait à s'introduire dans la science.

» Il est remarquable cependant que la recherche de la différence de va-

leur de la capacité des gaz pour la chaleur lorsqu'ils sont maintenus à pression constante avec un volume variable, et de leur capacité lorsque leur pression varie et que leur volume reste le même; il est remarquable, disons-nous, que cette question, qui contenait implicitement toute la théorie nouvelle de l'équivalent mécanique de la chaleur, ainsi que l'a montré depuis d'une manière si claire M. Masson, dans son Mémoire de 1858, n'ait pas conduit immédiatement des physiciens et des géomètres comme M. de Laplace et M. Poisson à cette théorie si importante au point de vue philosophique de la science. Aussi, ne saurait-on vraiment trop admirer cette puissance d'investigation qui a permis à l'illustre géomètre de devancer ainsi les découvertes expérimentales, et qui fait aujourd'hui utiliser ses formules jusque dans la solution d'une question qu'il n'avait même pu entrevoir. Cette réflexion nous ramène à notre point de départ, et nous montre avec une nouvelle évidence que les méthodes de la Mécanique rationnelle conservent toute leur autorité, même lorsqu'on veut considérer les phénomènes au point de vue de la nouvelle théorie.

» En résumé, les procédés ingénieux d'expérimentation employés par les auteurs du Mémoire que nous examinons, en présentant un nouvel exemple de l'utilité des tracés graphiques pour de semblables recherches, les ont conduits à des conclusions dont les principales sont :

» 1° Une vérification, entre des limites beaucoup plus étendues que celles qui avaient été atteintes jusqu'à ce jour, de la théorie de l'équivalent mécanique de la chaleur;

» 2° Une vérification de la loi de Newton, relative à la transmission de la chaleur à travers des parois exposées de part et d'autre à des températures différentes;

» 3° Une méthode directe et nouvelle d'établir la relation hyperbolique trouvée par Poisson entre la pression et le volume des gaz, en tenant compte de la différence des capacités pour la chaleur.

» Non contents de ces premières recherches déjà fort remarquables, les auteurs se proposent de les continuer en les étendant et en leur donnant un nouveau degré de précision. Mais leur travail actuel, par l'originalité des moyens d'observation, par l'étendue des données, présente déjà, pour la théorie mécanique de la chaleur, une assez grande importance pour que nous proposions à l'Académie d'en ordonner l'insertion dans le *Recueil des Savants étrangers*.

» L'Académie ne saurait, en effet, trop encourager de semblables re-

cherches, qui, en jetant la lumière certaine de l'expérience sur les phénomènes qui lient les transformations réciproques du travail et de la chaleur, manifestent de plus en plus cette grande loi de la nature, que rien dans les œuvres de la création ne se perd ni ne se détruit; que le mouvement, le travail mécanique, la force vive, la chaleur, de même que la matière, ne disparaissent à nos faibles yeux, n'échappent à nos moyens de mesure que par suite de l'impossibilité où nous sommes de saisir ou de constater leurs transformations, mais qu'au contraire ils sont éternels comme leur éternel auteur. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Cloquet** présente, au nom de *M. Letellier*, médecin à Taverny, un travail ayant pour titre : « Expériences nouvelles sur les champignons vénéneux, sur leurs poisons et leurs contre-poisons ».

Ce Mémoire est destiné au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie de 1865.

M. **Flandrin** adresse la description détaillée et un dessin complet d'un moteur nouveau fonctionnant à l'aide du gaz ammoniac, moteur dont il avait, pour prendre date, fait l'objet d'une communication antérieure.

Ces pièces sont renvoyées à l'examen des Commissaires déjà désignés : MM. Regnault, Morin, Combes.

M. **Ch. Tellier** présente une Note intitulée : « Application industrielle de l'ammoniaque à la production du vide ». Il annonce que cette pièce est la reproduction de celle qu'il avait adressée, le 30 janvier, sous pli cacheté, en demandant que ce pli fût ouvert dans la séance du 6 février. Ce jour était celui de la séance publique. L'auteur pouvait l'ignorer; mais il était tenu de renouveler sa demande dans la séance où il désirait que son paquet cacheté fût ouvert.

La nouvelle Note, qui a pour objet l'emploi du vide dans des questions d'hygiène publique, est renvoyée à l'examen de MM. Boussingault et Payen.

M. **Francisque**, qui avait annoncé l'intention de soumettre au jugement

de l'Académie un nouveau système d'harmonie, adresse aujourd'hui un Mémoire très-étendu intitulé : « le Secret de Pythagore dévoilé, ou la Clef de la science musicale ».

(Renvoi à l'examen de MM. Duhamel et Edm. Becquerel.)

L'Académie des Beaux-Arts sera invitée à adjoindre à cette Commission un ou plusieurs de ses Membres.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Mémoire sur les chaleurs latentes; par* **M. A. Dupré.**

(Commissaires précédemment nommés : MM. Regnault, Bertrand.)

« Le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie, dit l'auteur dans son introduction, se compose de trois parties.

» Dans la première, je donne les lois de première approximation que je compare avec les résultats dus à M. Regnault; elles sont fort simples et se vérifient aussi bien que les lois de Mariotte et de Gay-Lussac sur lesquelles leurs démonstrations reposent. Les différences relatives entre les valeurs observées et les valeurs calculées vont même rarement jusqu'à 0,1, comme cela arrive pour la loi de Mariotte appliquée à l'acide carbonique sous de hautes pressions.

» Dans la deuxième partie, je procède à une seconde approximation, ce qui exige le remplacement des lois de Mariotte et de Gay-Lussac par la loi des covolumes. Au moyen des chaleurs latentes à deux températures convenablement choisies, on détermine pour chaque substance le covolume et le coefficient de dilatation, après quoi on peut calculer les chaleurs latentes aux diverses températures et les comparer avec les nombres que donne M. Regnault. Les différences peuvent être attribuées aux erreurs d'expériences, et, pour compléter les vérifications souhaitables, il reste seulement à regretter que la science ne possède point de mesures directes des covolumes et des coefficients de dilatation par les forces élastiques à volume constant.

» La troisième partie renferme les réflexions générales et des conséquences déduites des calculs contenus dans les deux premières. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces à courbure constante négative, et sur celles applicables sur les surfaces à aire minima.* Note de **M. Ulysse Dini**.

(Commissaires, MM. Bertrand, Serret, Bonnet.)

« Dans la Note que j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie, je réunis les résultats les plus remarquables de quelques-unes de mes études sur les surfaces à courbure constante, et sur celles applicables sur les surfaces à aire minima. Ces résultats sont les suivants :

» 1° Parmi les hélicoïdes à courbure constante négative $-\frac{1}{a^2}$, il y en a dont le profil générateur est une courbe aux tangentes de longueur constante $\sqrt{a^2-\frac{h^2}{4\pi^2}}$, h étant le pas commun des hélices décrites par les différents points du profil. Les hélicoïdes correspondant à toutes les valeurs de h comprises entre 0 et $2\pi a$, qui sont par conséquent en nombre infini, ont tous la même courbure $-\frac{1}{a^2}$, et sont tous applicables sur celui qui correspond à $h=0$, et qui n'est que la surface de révolution trouvée par M. Liouville.

» On parvient à ce théorème en cherchant à réduire l'élément linéaire des surfaces hélicoïdales à la forme de l'élément linéaire des surfaces à courbure constante négative.

» 2° La classe des surfaces applicables sur celles à aire minima est constituée par les surfaces développées de celles à courbure constante négative et par les surfaces gauches dont l'élément linéaire peut se réduire à la forme

$$ds^2 = du^2 + (u^2 + a^2)\,dv^2.$$

» Ce théorème se déduit de celui de M. Weingarten sur les surfaces applicables. (Voyez *Journal de Crelle*, t. LIX.)

» 3° Parmi les surfaces gauches applicables sur les surfaces à aire minima, il y a les hélicoïdes engendrés par une droite qui se meut en s'appuyant sur une hélice et en faisant un angle droit avec elle et un angle quelconque constant avec les arêtes du cylindre sur lequel cette hélice est tracée.

» On démontre ce théorème en cherchant la forme de l'élément linéaire de ces hélicoïdes.

» 4° Les hélicoïdes du théorème précédent peuvent être considérés

comme les surfaces lieux des normales à un hélicoïde quelconque suivant une même hélice.

» Cette propriété résulte de l'observation que les surfaces à un hélicoïde quelconque suivant une même hélice font un angle constant avec les arêtes du cylindre sur lequel l'hélice est tracée.

» Ce théorème me conduit au suivant :

» 5° Les hélicoïdes développables sont les seuls qui jouissent de la propriété que les surfaces lieux de leurs normales suivant chacune des hélices soient applicables sur le même hélicoïde gauche à plan directeur, et par conséquent applicables l'une sur l'autre. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Filature de la soie du nouveau Bombycide sénégalais.* Extrait d'une Note de M. **Guérin-Méneville.**

(Commissaires, MM. Milne Edwards, Blanchard.)

« J'ai présenté le mois dernier à l'Académie une Note sur ce nouveau Bombycide : j'ai montré que le poids de trois de ses cocons équivaut à celui de sept cocons du Mûrier, et j'ai ajouté qu'ils pourraient être dévidés en soie grége ou continue, comme les cocons naturellement ouverts de l'Ailante, du Ricin, etc. Aujourd'hui j'apporte la réalisation pratique de ce dévidage en plaçant sur le bureau de l'Académie un échantillon de belle soie obtenue de ces cocons par M. le Dr Forgemol, inventeur d'une méthode de dévidage de toutes les espèces de cocons ouverts, dont la filature ordinaire ne peut tirer aucun parti.

» Grâce à la bienveillance de M. le directeur et créateur de l'Exposition permanente des productions de nos colonies, qui a mis à ma disposition quelques cocons du nouveau Bombycide du Sénégal, j'ai pu en remettre seize à M. le Dr Forgemol qui en a obtenu une soie grége aussi belle, sauf la couleur, que celle du ver à soie ordinaire, et semblable à celle que l'on obtient, en Chine et dans l'Inde, des vers à soie du Chêne, de l'Ailante, etc.

» Voici quelques extraits de la Lettre que M. Forgemol m'a écrite en m'adressant cet échantillon :

» Ces cocons, envoyés à Lyon, n'ont pu y être dévidés, m'avez-vous dit ;
» eh bien, je vous envoie un échantillon de soie grége retirée par mon pro-
» cédé. C'est la preuve la plus convaincante qu'à Lyon on s'est parfaite-
» ment trompé. La soie que je vous adresse est filée à cinq brins ; elle est
» brillante et très-solide. Cependant, en la dévidant, on reconnaît que les

» brins sont gros. La meilleure soie se trouve, dans ces cocons comme » dans tous les autres, dans la partie moyenne. Les seize cocons vides que » vous m'avez remis pesaient $9^{gr},75$; l'écheveau de soie pèse 2 grammes ; il » y a $6^{gr},75$ de déchet, dont la plus grande partie pourra être utilisée » comme bourre. »

» Je ne saurais trop le répéter, il est fort à désirer que les études faites au Sénégal dans le but de chercher à y développer la production de cette matière textile soient couronnées de succès, car, depuis que la crise cotonnière et l'épidémie des vers à soie ordinaires ont amené une disette de matières textiles, nos fabricants appellent de tous leurs vœux la production de ces nouvelles soies.

» Qu'il me soit permis, en terminant, d'ajouter que de louables efforts sont faits tous les jours pour ramener la prospérité dans notre belle industrie de la soie par l'introduction de graines saines du ver à soie ordinaire, que l'on va chercher au Japon. Environ 800 onces de ces œufs, venus de Yoko-hama, vont être distribuées par M. Renard, qui désire ainsi, comme la Société impériale d'Acclimatation, venir en aide à nos sériciculteurs, presque complétement privés de récoltes depuis près de quinze ans. »

M. **Netter** adresse de Strasbourg trois nouvelles observations se rattachant à sa communication du 19 décembre dernier « sur l'importance de l'élément buccal dans la fièvre typhoïde... ».

(Commissaires précédemment nommés : MM. Rayer, Bernard, Cloquet.)

M. **Carrère** présente une Note intitulée : « Création d'un nouveau trièdre beaucoup plus parfait que le trièdre supplémentaire ».

M. Serret est invité à prendre connaissance de cette Note et à faire savoir à l'Académie s'il y a lieu de la soumettre à l'examen d'une Commission.

M. **Millet** communique quelques détails concernant des œufs qui étaient fixés sur un morceau de cercle de barrique trouvé en mer par M. le capitaine Fremont, et envoyés par lui au Jardin d'Acclimatation. Les œufs, plongés dans l'eau de mer, ont repris leur forme, et on a pu voir qu'ils étaient portés par des fils élastiques enveloppant tout le morceau de bois, et représentant une sorte de feutre que M. Millet suppose produit par le poisson qui a pondu les œufs.

Ces œufs ont été trouvés par 14°15′ latitude Nord et 20°30′ longitude Ouest.

MM. Valenciennes et Coste sont invités à prendre connaissance de ce spécimen et de la Lettre qui l'accompagne.

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de la Guerre adresse pour la Bibliothèque de l'Institut le XIVe volume du « Recueil de Mémoires et observations sur l'hygiène et la médecine vétérinaires militaires ».

M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics adresse le n° 10 des Brevets d'invention pris dans l'année 1864.

M. le Secrétaire perpétuel fait hommage à l'Académie, au nom de *M. Figuier*, d'un exemplaire de « l'Année scientifique et industrielle »;

Et au nom de *M. Fock*, d'un opuscule sur le tænia et sur un moyen infaillible de s'en débarrasser au moyen de l'écorce de racine de grenadier convenablement administrée.

L'auteur désire que ce Mémoire puisse être admis au concours pour les prix de Médecine et de Chirurgie de 1865, et, afin de faciliter le travail de ses juges, il offre d'en envoyer en temps opportun une traduction française.

M. de Vergnette-Lamothe prie l'Académie de vouloir bien le comprendre dans le nombre des candidats pour la place de Correspondant de la Section d'Économie rurale vacante par suite du décès de *M. Parade*.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

L'Académie reçoit des lettres de remercîments adressées par plusieurs des auteurs qui ont obtenu des prix dans la dernière séance annuelle, savoir : de *M. Gerbe*, prix de Physiologie expérimentale; de *M. Zenker*, prix de Médecine; de *M. Wurtz*, prix Jecker; de *MM. Martin* et *Collineau*; de *MM. Dumas* et *Benoît*, encouragement décerné par la Commission du prix dit des Arts insalubres.

MÉTALLURGIE. — *Analyse des gaz renfermés dans les caisses de cémentation.* Note de **M. L. Cailletet**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« En examinant les nombreuses expériences qui ont été entreprises pour expliquer la conversion du fer en acier, j'ai pensé qu'il ne serait peut-être pas sans intérêt d'étudier au point de vue chimique les phénomènes qui s'accomplissent dans les caisses de cémentation.

» En effet, dans ces appareils, les réactions s'opèrent sur une vaste échelle, et les corps actifs qui peuvent échapper aux recherches du laboratoire sont saisis avec facilité.

» Après divers essais entrepris aux forges de Drambon (Côte-d'Or), grâce à l'obligeance de MM. Guenard et C[ie], je me suis bientôt aperçu qu'il était indispensable de rendre mes expériences complétement indépendantes des exigences d'une opération industrielle, et j'ai été amené à faire établir dans nos usines une caisse à cémenter qui, par son installation spéciale, me laissait entièrement maître de l'opération. Cette caisse est en fonte mince, d'un volume de 350 litres environ. Au milieu de sa paroi antérieure et afin de pouvoir recueillir les gaz qui se dégagent pendant la cémentation, j'ai fait pratiquer une ouverture dans laquelle est mastiqué un tube de porcelaine.

» Une des extrémités de ce tube plonge d'environ 40 centimètres dans la caisse, tandis que l'extrémité située hors du fourneau est réunie à un tube de verre par un obturateur métallique scellé au mastic. Les gaz traversent ensuite un appareil à boules et vont se rassembler dans un aspirateur de forme spéciale où ils sont recueillis pour l'analyse.

» Dans les nombreuses expériences que j'ai faites, la caisse à cémenter contenait environ 300 kilogrammes de fer fin affiné au bois et forgé en barres de 1 centimètre d'épaisseur. Les barres étaient disposées en lits horizontaux séparés entre eux par du charbon de bois broyé, dont les plus gros fragments pouvaient passer dans des mailles carrées de 2 centimètres de côté.

» Le charbon se composait d'un mélange de $\frac{1}{3}$ chêne et $\frac{2}{3}$ essences diverses, tel qu'on l'emploie dans plusieurs hauts fourneaux de la Côte-d'Or.

» La caisse était fermée par de la terre réfractaire fortement tassée au moyen d'un pilon, ainsi que cela se fait dans les aciéries.

» Cinq heures après la mise à feu, on a fait fonctionner l'aspirateur; les

gaz recueillis ont été analysés par la méthode si simple et si précise donnée par M. Peligot.

» Voici la composition du mélange gazeux recueilli après huit heures de chauffe :

	Moyenne de deux analyses.
Acide carbonique	20,06
Oxyde de carbone	15,55
Hydrogène	26,60
Azote	37,79
	100,00

» La température de l'appareil n'était pas alors assez élevée, et quelques fils de fer minces, placés comme témoins, n'étaient pas encore cémentés, même superficiellement. Après seize heures, le charbon contenu dans la caisse était porté au rouge clair.

» La moyenne de la composition des gaz recueillis était :

	Après 32 heures de chauffe.	Après 60 heures de chauffe.
Hydrogène	39,80	37,76
Oxyde de carbone	15,30	16,32
Acide carbonique	00,00	00,00
Azote	44,90	45,92
	100,00	100,00

» Le fourneau a été alors abandonné à lui-même et s'est refroidi lentement; à l'ouverture de la caisse, le fer a été trouvé fortement cémenté, et deux tubes de fer aplatis et soudés aux extrémités s'étaient gonflés en condensant des gaz dans leur intérieur.

» Plusieurs lames de tôle épaisses, recouvertes de terre réfractaire afin d'empêcher le contact du métal avec le charbon, étaient également aciérées.

» L'eau contenue dans l'appareil à boules, et qui avait servi à laver 70 litres de gaz aspirés pendant l'opération, était légèrement jaunie, peut-être par du goudron provenant des fragments de bois incomplétement carbonisés. L'analyse de cette eau ne constatait aucune trace de cyanure, l'examen des tubes n'indiquait pas non plus la présence de cyanures volatils. »

CHIMIE. — *Sur l'action du brome sur l'alcool isopropylique et sur l'iodure d'isopropyle.* Note de **M. C. Friedel**, présentée par M. H. Sainte-Claire Deville.

« Le numéro de janvier des *Annalen der Chemie und Pharmacie* renferme une Note préalable de M. Linnemann, dans laquelle ce chimiste annonce qu'il a fait réagir le brome sur l'alcool propylique dérivé de l'acétone, et qu'il a obtenu, dans cette réaction, du bromure de propyle, du bromoforme, et des produits bromés dérivés de l'acétone qu'il ne décrit pas autrement. La Note de M. Linnemann ne contient aucune indication relative à la manière dont il a purifié l'alcool qu'il a employé, ce qui est pourtant un point capital dans une pareille étude, la présence d'une certaine quantité d'acétone, ou même d'eau pouvant contribuer à régénérer de l'acétone par l'oxydation de l'alcool isopropylique, étant de nature à changer la réaction. J'ai cru nécessaire de répéter cette expérience avec un alcool isopropylique de la pureté duquel je fusse sûr, d'autant que je n'ai nullement renoncé, ainsi que paraît le croire M. Linnemann, à étudier ce produit que j'ai fait connaître et qui me semble constituer le type d'une série particulière d'alcools. Si je n'ai pas publié les essais que j'ai déjà tentés et parmi lesquels je citerai l'action du brome et celle de l'acide azotique, c'est que je me suis attaché à préparer une grande quantité d'alcool isopropylique dans un état de pureté parfaite, en transformant l'alcool brut en iodure pur, puis en acétate, en saponifiant celui-ci par la potasse, et en distillant l'alcool obtenu à plusieurs reprises sur le sodium.

» Le brome agit assez doucement sur l'alcool isopropylique refroidi ; on voit se dégager quelques fumées d'acide bromhydrique. Lorsque le liquide reste assez fortement coloré par le brome, on le chauffe doucement. Il s'est, à ce moment, séparé en deux couches, dont l'une est formée d'eau chargée d'acide bromhydrique, et renfermant en outre une petite quantité d'alcool isopropylique non attaqué, qu'on a pu séparer à l'aide du carbonate de potasse et par distillation.

» La couche inférieure, formée de bromures, desséchée avec du chlorure de calcium, s'est séparée à la distillation en un produit bouillant de 60 à 63 degrés et en un corps qui noircit lorsqu'on élève la température, mais qui peut être distillé dans le vide, et qui a passé de 130 à 150 degrés, sous une pression de 2 centimètres de mercure.

» L'analyse a montré que le premier liquide est du *bromure d'isopropyle*

et que le second a la composition d'un mélange d'acétone tribromée et d'acétone tétrabromée. On n'a pas trouvé de bromoforme ; ce corps, qui, comme on sait, prend naissance lorsque le brome réagit sur l'acétone en présence de la potasse, a pu se former dans l'expérience de M. Linnemann par une action oxydante, si l'alcool qu'il a employé renfermait de l'eau et de l'acétone. Dans l'expérience que j'ai faite, il est resté de l'alcool isopropylique non attaqué; il n'y a donc pas eu d'action oxydante.

» Ainsi le brome réagit sur l'alcool isopropylique en lui enlevant d'abord simplement 2H pour le transformer en acétone. L'acétone s'empare d'une autre portion de brome pour former des produits de substitution, et l'acide bromhydrique mis en liberté convertit une partie de l'alcool isopropylique en bromure d'isopropyle

$$6\,C^3H^8O + 8\,Br = C^3H^3Br^3O + 5\,C^3H^7Br + 5\,H^2O.$$

Cette réaction est analogue à celle qui se passe lorsqu'on fait agir le chlore ou le brome sur l'alcool vinique. On sait que, dans ce cas, il se produit du chloral ou du bromal. Or, l'acétone pouvant être considérée comme l'aldéhyde de l'alcool isopropylique, l'acétone tribromée correspond exactement au bromal.

» L'alcool isopropylique est rapproché par là des alcools proprement dits et éloigné en même temps des hydrates d'hydrocarbures ou pseudo-alcools, qui, comme l'a fait voir M. Wurtz (1), sont transformés par le brome principalement en bromures $C^nH^{2n}Br^2$ avec élimination d'eau.

» L'action du brome sur l'iodure d'isopropyle conduit à des conclusions analogues. Elle s'exerce avec une grande énergie, et chaque goutte de brome qui tombe dans l'iodure produit un bruit pareil à celui d'un fer chaud. Il se dégage des vapeurs bromhydriques, et il y a au sein du liquide une cristallisation abondante d'iode. Lorsque la réaction est terminée, on lave le produit avec de la potasse étendue, on le dessèche et on distille. Il se sépare nettement, après deux distillations, en bromure d'isopropyle formant la très-grande masse du produit, et en un corps bouillant entre 130 et 150 degrés, dont la composition répond à la formule $C^3H^6Br^2$, et dont on n'a pas encore obtenu une quantité assez considérable pour s'assurer si c'est du bromure de propylène ou du bromure de propyle bromé.

» L'iodure d'éthyle est attaqué par le brome aussi vivement que l'iodure d'isopropyle, mais il ne se dégage pas sensiblement d'acide bromhydrique.

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. III, p. 140.

Tout l'iodure est transformé en bromure, et en distillant le produit, qui commence à bouillir à 41 degrés, à 50 degrés tout a passé.

» On sait, d'un autre côté, que M. de Luynes (1), en traitant par le brome l'iodhydrate de butylène, n'a obtenu que du bromure de butylène $G^4H^8Br^2$.

» D'après ces faits, l'alcool isopropylique, et probablement les autres alcools dérivés des acétones, viennent se placer entre les alcools proprement dits et les hydrates d'hydrocarbures. Ils se rapprochent des premiers par leur manière de se comporter vis-à-vis du brome, et des seconds par la propriété qu'ils ont de fournir par oxydation des aldéhydes non susceptibles d'être transformées en acides (acétones).

» Ces conclusions sont assez importantes pour mériter d'être appuyées sur un plus grand nombre de faits; j'espère trouver ceux-ci dans l'étude plus complète de l'alcool isopropylique, et dans celle de quelques autres alcools dérivés d'acétones d'un ordre plus élevé, études que je me réserve. »

CHIMIE APPLIQUÉE. — *Nouveau mode de dosage des sulfures.* Extrait d'une Note de **M. Verstraet**, présenté par M. Pelouze.

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie un nouveau mode de dosage des sulfures par l'azotate de cuivre ammoniacal.

» Le dosage des sulfures alcalins est important à connaître dans une foule d'opérations industrielles et commerciales; cette connaissance n'est pas moins nécessaire au consommateur qu'au fabricant.

» Ainsi, dans l'achat des potasses brutes indigènes résultant de la calcination des vinasses de betteraves, il est nécessaire que le raffineur ait à sa disposition un moyen rapide de dosage des sulfures, afin de s'assurer que ce produit, qu'il achète d'après sa richesse alcaline mesurée par l'alcalimètre, est bien du carbonate et non du sulfure potassique. Le salpêtrier est dans le même cas.

» Dans la fabrication du carbonate de soude par le procédé de Leblanc, la connaissance exacte de la quantité des sulfures contenus dans les différentes opérations est indispensable à chaque instant, pour bien diriger le travail; car la qualité et la blancheur des sels dépendent presque toujours de la quantité plus ou moins considérable des sulfures contenus dans la soude brute, ou qui se sont développés pendant la lixiviation, sous l'influence de la température et du temps plus ou moins prolongé pendant le-

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. II, p. 412.

quel la soude est restée en contact avec le dissolvant. La connaissance exacte des sulfures est donc ici d'une nécessité absolue.

» Mais une des conditions indispensables pour que le dosage du sulfure puisse se faire avantageusement dans les fabriques, c'est que le procédé soit simple, facile et rapide, et surtout à la portée des surveillants, toutes les usines n'ayant pas à leur disposition des chimistes expérimentés.

» Plusieurs systèmes ont été déjà proposés ; un des plus rapides est celui de M. Lestelle, qui dose les sulfures à l'aide du nitrate d'argent ammoniacal et en présence d'une quatité d'AzH^3 assez grande pour retenir en dissolution tous les sels d'argent autres que le sulfure. Ce procédé, quoique rapide, a cependant encore de légers inconvénients : c'est que d'abord il est assez difficile, dans le commerce, de se procurer de l'argent fin, et qu'il n'y a pas dans toutes les usines de chimiste capable d'en préparer; en second lieu, ce sont les filtrations successives, nécessaires à la fin de l'opération pour juger exactement des dernières traces de sulfure. Il est impossible que dans des mains inexpérimentées on n'éprouve pas quelques pertes pendant ces diverses filtrations.

» Nous avons cherché à éviter tous ces inconvénients afin de mettre le procédé à la portée de tous les surveillants et de tous les contre-maîtres, et nous espérons avoir atteint le but que nous nous étions proposé.

» Pour la préparation de la liqueur normale nous avons remplacé l'argent par le cuivre. La quantité de cuivre nécessaire au dosage du sulfure variera évidemment suivant la nature du sulfure que l'on voudra doser. Mais nous supposerons qu'il s'agit du dosage du sulfure de sodium.

» Ainsi que M. Pelouze l'a démontré dans son Mémoire sur le mode de dosage si simple et si exact du cuivre par une dissolution de sulfure de sodium, le sulfure de cuivre qui se produit par la double décomposition qui s'opère quand on fait réagir une dissolution de sulfure de sodium sur une autre dissolution d'azotate de cuivre ammoniacal, aux températures comprises entre 50 et 90 degrés, n'est pas le sulfure CuS, correspondant au monosulfure de sodium NaS, mais bien un oxysulfure $CuO, 5CuS$. Pour obtenir un dosage exact il sera donc nécessaire d'opérer toujours entre les températures de 50 à 85 degrés; on obtiendra facilement ce résultat, même pendant l'ébullition des liqueurs, en ayant soin de remplacer de temps en temps l'ammoniaque qui s'est dégagée. Si la liqueur est toujours ammoniacale, la température ne dépassera pas le terme de 75 degrés. Il sera facile de s'en assurer en plongeant une ou deux fois le thermomètre dans le liquide.

» Avant de préparer la liqueur normale il faut avoir soin de s'assurer de la

pureté des matières qui doivent entrer dans sa composition. La liqueur normale se prépare en dissolvant $9^{gr},737$ de cuivre dans environ 40 grammes d'acide nitrique. La dissolution débarrassée par l'ébullition de l'acide hyponitrique, est mêlée avec 180 à 200 grammes d'ammoniaque et on y ajoute de l'eau de manière à obtenir exactement un litre de liqueur.

» Le cuivre doit être exempt de métaux étrangers; il doit se dissoudre complétement dans l'acide azotique, ne donner aucun précipité avec l'ammoniaque, et comme l'indique encore M. Pelouze, le précipité d'oxysulfure $CuO, 5CuS$, qui se forme quand on fait réagir à chaud une dissolution d'azotate de cuivre sur une dissolution de sulfure de sodium, doit être sans action sur une petite quantité de nitrate de cuivre ammoniacal; s'il décolorait la liqueur, ce serait un indice de la présence dans le cuivre de métaux étrangers.

» *Essai d'une matière contenant du sulfure de sodium.* — La quantité de matière à prendre pour faire l'essai doit nécessairement varier suivant la quantité elle-même de sulfure que cette matière contient, et l'on doit autant que possible, pour obtenir une détermination rigoureuse, la ramener à une quantité telle, que sous un volume donné de dissolution elle ne contienne pas au delà de $0^{gr},10$ à $0^{gr},20$ de sulfure.

» Supposons qu'il s'agit de la détermination du sulfure dans une soude brute : on prend pour l'essai 10 grammes de soude que l'on pulvérise grossièrement et que l'on traite par 250 centimètres cubes d'eau; on laisse en digestion pendant une heure environ en agitant de temps à autre, pour activer et favoriser la dissolution des matières solubles. On filtre pour séparer le résidu insoluble, et l'on prend pour l'essai 50 centimètres cubes de la liqueur filtrée représentant 2 grammes de soude brute.

» On introduit ces 50 centimètres cubes de dissolution dans un petit ballon rond d'une capacité de 150 centimètres cubes environ, et l'on ajoute 25 à 30 grammes d'ammoniaque pure. On chauffe le ballon sur une lampe à alcool jusqu'à l'ébullition qui, à l'ammoniaque, se manifeste entre 50 et 60 degrés. On verse alors dans la dissolution bouillante, et à l'aide d'une burette graduée divisée en dixièmes de centimètre cube, la dissolution normale d'azotate de cuivre ammoniacal. On agite et l'on fait bouillir de temps en temps pour faciliter le rassemblement du dépôt d'oxysulfure de cuivre. Vers la fin de l'opération, on ne verse plus la liqueur normale que goutte à goutte et en chauffant après chaque addition. On aperçoit alors de légers nuages, d'abord noirs, puis jaunâtres, qui s'élèvent du fond du ballon pour se répandre dans la masse du liquide. Plus on approche du

terme de l'opération, plus ces petits nuages sont légers et moins colorés, par suite de la moindre quantité de sulfure de cuivre qu'ils renferment. Aussitôt que ces petits nuages ont complétement disparu, la dissolution, sous l'influence d'une goutte de liqueur normale de cuivre, prend une légère teinte bleue qui est l'indice de la fin de l'opération. Il n'y a plus qu'à lire alors sur la burette le nombre de divisions de liqueur normale employée, pour connaître exactement la quantité de sulfure contenu dans la soude brute. Supposons qu'il ait fallu $6^{cc},5$; comme chaque centimètre cube représente $0^{gr},01$ de monosulfure pur et sec, les $6^{cc},5$, ou les 50 centimètres cubes de dissolution de soude représentant 2 grammes de matières, renfermeront $0^{gr},065$ de sulfure, équivalant à 3,25 pour 100. Jamais les bonnes soudes ne renferment au delà de 0,2 à 0,4 de sulfure.

» On s'aperçoit facilement que l'essai touche à sa fin, car la dissolution, qui après l'addition des premières portions de la liqueur normale avait pris une coloration verte sale et qui restait trouble par suite de la suspension dans le liquide du précipité d'oxysulfure de cuivre, s'éclaircit aussitôt; le sulfure se dépose plus facilement et se rassemble au fond du ballon en légers flocons noirs.

» Avec un peu d'habitude on arrive facilement à saisir et à doser des quantités de sulfure excessivement minimes, soit à $0^{gr},001$ près. Un essai dure environ 8 à 10 minutes.

» Pour simplifier encore le procédé et le rendre plus rapide, nous avons préparé une liqueur normale de sulfure de sodium, de manière qu'un litre de cette seconde liqueur sature exactement un litre de liqueur normale de cuivre. De cette façon, si, dans un essai quelconque de sulfure de sodium, on a outre-passé le terme de la précipitation en ajoutant trop de liqueur de cuivre, il est toujours facile de revenir à la détermination exacte et de corriger l'essai, sans être obligé de la recommencer en entier.

» *Dosage du sulfure de potassium.* — Le dosage du sulfure de potassium se fait de la même manière que le dosage du sulfure de sodium. Mais au lieu d'employer pour la préparation de la liqueur normale de cuivre $9^{gr},737$ de cuivre pur, on n'en emploiera que $6^{gr},880$. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la quantité d'eau tombée annuellement à Saint-Omer;* *par* M. COZE.

« D'après les perturbations atmosphériques qui existent dans différentes contrées de l'Europe, il peut être utile et intéressant de connaître ce qui

se passe dans le nord de la France relativement à la quantité d'eau qui est tombée chaque année dans la ville de Saint-Omer, depuis neuf ans et demi que j'ai mesuré chaque jour de pluie le nombre de millimètres d'eau. On verra que nous habitons un pays privilégié, que les pluies torrentielles du Midi nous sont inconnues, que les inondations sont rares et peu à redouter; la dernière a eu lieu en 1841, après la fonte d'une grande quantité de neige; elle n'a causé que des pertes minimes, sa durée n'a été que de trois jours.

» Depuis vingt ans, je tiens note chaque jour (trois fois) de l'état du ciel, du baromètre et de la température; mais ce relevé est trop long à faire et n'intéresserait que peu de personnes, tandis que la quantité d'eau qui tombe dans un pays est la cause principale de sa fertilité et touche les intérêts de toute la population.

» Le tableau suivant donnera une idée exacte de la quantité d'eau tombée chaque mois, et, les douze mois réunis, on voit la quantité d'eau tombée dans l'année à Saint-Omer, situé à 40 kilomètres de la mer.

Nombre de millimètres d'eau tombés à Saint-Omer pendant les années suivantes :

ANNÉES.	JANVIER.	FÉVRIER.	MARS.	AVRIL.	MAI.	JUIN.	JUILLET.	AOUT.	SEPTEMBRE.	OCTOBRE.	NOVEMBRE.	DÉCEMBRE.	RESUMÉ.
1855	»	»	»	»	»	»	40	39	5	89	20	6	En 6 mois il est tombé 199 millim. d'eau.
1856	28	33	5	67	44	15	25	47	83	17	56	36	En 12 mois il est tombé 455 » »
1857	56	0	12	31	63	19	12	65	80	44	15	5	En 11 mois il est tombé 402 » »
1858	15	25	21	23	35	10	35	72	24	33	31	50	En 12 mois il est tombé 374 » »
1859	47	19	68	45	65	68	5	56	85	88	94	63	En 12 mois il est tombé 703 » »
1860	84	48	59	50	68	49	37	71	65	90	45	49	En 12 mois il est tombé 715 » »
1861	19	22	56	18	29	65	42	18	41	7	140	23	En 12 mois il est tombé 480 » »
1862	28	3	62	39	37	41	35	94	27	75	25	44	En 12 mois il est tombé 510 » »
1863	42	11	15	24	47	29	14	42	74	57	45	65	En 12 mois il est tombé 465 » »
1864	18	32	40	4	36	39	4	48	42	20	45	7	En 12 mois il est tombé 335 » »
1865	80	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	

CHIMIE. — *Sur une propriété du soufre.* Note de MM. **Moutier** et **Dietzenbacher**, présentée par M. Ch. Sainte-Claire Deville.

« L'un de nous a déjà fait voir (1) que le soufre chauffé avec $\frac{1}{400}$ d'iode devient, par le refroidissement, mou, plastique et en grande partie insoluble dans le sulfure de carbone. Nous venons de reconnaître que plusieurs substances organiques, la naphtaline, la paraffine, la créosote, le camphre, l'essence de térébenthine, modifient le soufre de la même manière que l'iode. Le soufre a été chauffé avec un poids de ces différentes substances variant de $\frac{1}{400}$ à $\frac{1}{600}$ et coulé en couche mince sur une plaque de porcelaine ou de verre. On obtient après le refroidissement une pâte noire molle, plastique, ductile, qui passe très-lentement à l'état ordinaire du soufre dur et cassant. Des traces de camphre opèrent facilement cette modification du soufre. Si faible que soit la proportion de camphre employée, le soufre en retient beaucoup moins encore; une partie du camphre se vaporise pendant l'expérience. Ce soufre traité par le sulfure de carbone, laisse un résidu insoluble dont le poids peut s'élever aux deux tiers du poids du soufre, et abandonne des octaèdres d'une couleur rouge foncé.

» L'huile et la cire fournissent au contraire un soufre mou entièrement soluble dans le sulfure de carbone.

» La température à laquelle il faut porter le soufre pour obtenir ces modifications varie avec la nature des substances que l'on y ajoute : le camphre produit cette modification du soufre à une température de 230 degrés. Cette température a éte mesurée en plaçant le ballon dans un bain d'huile; la naphtaline, l'essence de térébenthine ne produisent cette modification qu'à une température beaucoup plus élevée, que nous n'avons pas pu mesurer.

» Nous avons pensé que le carbone de la matière organique jouait le rôle principal dans cette modification du soufre, et nous avons examiné l'action du noir de fumée du charbon de sucre et du charbon de bois sur le soufre en chauffant 1 partie de charbon avec 1000 parties de soufre. Le résultat est le même que dans les expériences précédentes : mollesse et plasticité, insolubilité partielle dans le sulfure de carbone. Le carbone disséminé

---

(1) *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences*, t. LVI, p. 39.

dans la masse du soufre lui communique une couleur bleu-noirâtre ou entièrement noire : si la quantité de carbone est un peu considérable, le refroidissement du soufre est très-lent.

» Le carbone modifie les propriétés du soufre à une température de 270 degrés. En chauffant à cette température dans le même bain d'huile le soufre seul et le soufre additionné de carbone, on observe une différence très-sensible : le soufre seul est à l'état visqueux, tandis que le soufre contenant du carbone acquiert une grande fluidité. Lorsqu'on chauffe à diverses reprises le soufre ainsi modifié par le carbone, en le laissant chaque fois refroidir, les qualités physiques particulières à cette modification du soufre deviennent beaucoup plus sensibles.

» Le carbone, les matières organiques riches en carbone, l'iode et les corps de la même famille qui se disséminent avec la plus grande facilité dans le soufre fondu, à la suite de la trempe, abandonnent-ils lentement de la chaleur au soufre, et ce dernier corps acquiert-il ainsi des propriétés physiques particulières qui persistent pendant un temps assez long?

» D'après cette manière de voir, on pourrait comparer cette action à celle du carbone à l'égard du fer dans les fontes et les aciers, voir dans ces modifications du soufre des fontes ou des aciers de soufre, et dans le carbone, l'iode et les corps analogues, les matières aciérantes du soufre. »

GÉOLOGIE. — *Extrait d'une Lettre adressée à M. Ch. Sainte-Claire Deville par* M. A. **Longobardo**, vice-consul de France à Catane.

« Catane, 1er février 1865.

» L'Etna a fait éruption hier dans la nuit, sur le versant oriental de la montagne, entre Zaffarana et Giarre, à quatre milles de ce dernier village, et dans une contrée riche en vignobles. J'en ai entendu les détonations, et M. Jules Dubar, voyageur français, a pu observer cette nuit, de l'hôtel de la Couronne, les matières incandescentes.

» Le 22 décembre, des colonnes incessantes de vapeurs étaient lancées à une grande hauteur par la bouche du cratère supérieur, et, la nuit du dernier jour de l'an, nous avions éprouvé une légère secousse. »

« M. **Élie de Beaumont** fait remarquer que la nouvelle éruption a eu lieu en un point à peu près aussi éloigné du centre de l'Etna et aussi peu élevé, au-dessus de la mer, que le point voisin de Nicolosi où a eu lieu la

célèbre éruption de 1669, dont la lave faillit ensevelir Catane, et qu'elle est venue troubler une région où il n'y avait pas eu d'éruptions depuis très-longtemps. »

M. **Gagnage** prie l'Académie de vouloir bien se faire rendre compte d'un ensemble de Notes qu'il lui a adressées successivement depuis 1856, et qui ont toutes pour objet principal l'assainissement des grands centres de population par un emploi des boues et limons aux besoins de l'agriculture.

(Commissaires, MM. Chevreul, Boussingault, Cloquet.)

M. **Jacquart** demande et obtient l'autorisation de reprendre les figures qu'il avait jointes à son Mémoire sur l'os épactal considéré comme caractère de race.

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

M. **Boussingault**, doyen de la Section d'Économie rurale, présente la liste suivante de candidats pour la place de Correspondant vacante par suite du décès de *M. Parade* :

En première ligne, ex æquo. . { M. **de Vergnette-Lamothe**, à Beaune.
M. **Marès**, à Montpellier.

En deuxième ligne. . . . . . . M. **Corinwinder**, à Lille.

Les titres des candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures. F.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans la séance du 13 février 1865 les ouvrages dont voici les titres :

Recueil de Mémoires et observations sur l'hygiène et la médecine vétérinaires militaires, t. XIV. Paris, 1864; in-8°.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure; 1864, 1er semestre. Nantes, 1864; in-8°.

Les statues de Lapeyronie et de Barthez à Montpellier. Détails pour servir à l'histoire de la Faculté de Médecine de cette ville; par E.-F. BOUISSON. Montpellier, 1865; in-8°.

L'Année pharmaceutique; par L. PARISEL. Paris, 1865; in-8°.

Matériaux pour servir à l'histoire des métaux de la cérite et de la gadolinite; par M. M. LAFONTAINE. (Extrait de la *Bibliothèque universelle et Revue suisse;* t. XXII, janvier 1865.) Genève; in-8°.

Tablettes de l'inventeur et du breveté; par Ch. THIRION. Paris, 1865; in-8°.

Lampes de sûreté de J.-G.-J. DE MARTEAU; 2e édition. Anvers, 1865; br. in-8°.

Essai sur les institutions scientifiques de la Grande-Bretagne et de l'Irlande; par Ed. MAILLY. Bruxelles, 1865; in-12.

De la culture et de la production du coton en Sicile; par M. A. LONGOBARDO. Catane, 1864; in-4°.

Une visite aux pépinières de M. André Leroy, *à Angers; par* Aristide DUPUIS. (Extrait du journal *la Patrie.*) Paris, 1865; in-8°.

Die fossilen... *Les Mollusques fossiles du terrain tertiaire de Vienne; par* le Dr M. HÖRNES; IIe volume, nos 5 et 6 des *Mémoires de la Société Géologique de Vienne.* In-4°.

Die Galvanokaustik... *La galvanocaustique dans la prothèse dentaire; par* J. BRUK. Leipsig, 1864; in-8°.

Lettere... *Lettres de* GALILÉE, *publiées pour la première fois le jour du troisième anniversaire séculaire de sa naissance à Pise.* Pise, 1864; in-8°. 2 exemplaires.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE JANVIER 1865.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; 1er semestre 1865, nos 1 à 5; in-4°.

Annales de Chimie et de Physique; par MM. CHEVREUL, DUMAS, PELOUZE, BOUSSINGAULT, REGNAULT; avec la collaboration de MM. WURTZ et VERDET; 4e série, décembre 1864; in-8°.

Annales de l'Agriculture française; t. XXIV, n°s 23 et 24, et t. XXV, n° 1; in-8°.

Annales forestières et métallurgiques; t. III, décembre 1864; in-8°.

Annales de la Société d'hydrologie médicale de Paris; comptes rendus des séances; t. XI, 2e et 3e livraisons; in-8°.

Annales télégraphiques; t. VII, novembre et décembre 1864; t. VIII, janvier et février 1865; in-8°.

Annales des Conducteurs des Ponts et Chaussées; 8e année, novembre 1864; in-8°.

Annales de la Propagation de la foi; janvier 1865, n° 218; in-12.

Annuaire de la Société Météorologique de France; t. XII, décembre 1864; in-8°.

Atti dell' Accademia pontificia de' Nuovi Lincei; 16e année, 5e session. Rome; in-4°.

Bulletin de la Société Géologique de France; t. XXI, décembre 1864; in-8°.

Bulletin de l'Académie impériale de Médecine; t. XXX, n°s 6 et 7; in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse; septembre et octobre 1864; in-8°.

Bulletin de la Société de Géographie; 5e série, t. VI, novembre 1864; in-8°.

Bibliothèque universelle et Revue suisse; n° 84. Genève; in-8°.

Bullettino meteorologico dell' Osservatorio del Collegio Romano; vol. III, n° 12, Rome; in-4°.

Bulletin de la Société académique d'Agriculture, Belles-Lettres, Sciences et Arts de Poitiers; n°s 89 à 92; in-8°.

Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale; t. XI, novembre et décembre 1864; in-4°.

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Paris; t. V, juillet et août 1864; in-8°.

Bulletin international de l'Observatoire impérial de Paris; n^{os} du 11 décembre 1864 au 21 janvier 1865; feuilles autographiées; in-folio.

Catalogue des Brevets d'invention, 1864; n° 9; in-8°.

Cosmos. Revue encyclopédique hebdomadaire des progrès des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie; t. XXV, n° 26, et 2e série, t. I, n°s 1 à 4; in-8°.

Gazette des Hôpitaux; 37e année, n°s 151 et 152, avec la table des matières pour les numéros de l'année 1864, et 38e année, n°s 1 à 12; in-8°.

Gazette médicale de Paris; 34e année, t. XIX, n° 53, et 36e année, n°s 1 à 4; in-4°.

Gazette médicale d'Orient; 8e année, novembre et décembre 1864; in-4°.

Journal d'Agriculture pratique; 29e année, 1865, nos 1 et 2; in-8°.

Journal de Chimie médicale, de Pharmacie et de Toxicologie; t. I, 5e série, janvier 1865, in-8°.

Journal de la Société impériale et centrale d'Horticulture; t. X, décembre 1864; in-8°.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; 31e année, 1864, nos 35 et 36, 32e année, 1865, nos 1 et 2; in-8°.

Journal d'Agriculture de la Côte-d'Or; 1864, nos 1 à 8. Dijon; in-8°.

Journal de Mathématiques pures et appliquées; 2e série, septembre et octobre 1864; in-4°.

Journal des fabricants de sucre; 5e année, nos 38 à 42; in-4°.

Journal de Médecine vétérinaire militaire; janvier 1865; in-8°.

Kaiserliche... *Académie impériale des Sciences de Vienne;* année 1864, n° 28, année 1865, nos 1, 2 et 3; 1 feuille d'impression in-8°.

L'Abeille médicale; 21e année, n° 52, 22e année, nos 1 à 5; in-4°.

L'Agriculteur praticien; 2e série, t. V, n° 24; 12e année, t. VI, nos 1 et 2; in-8°.

La Médecine contemporaine; 7e année, nos 1 et 2; in-4°.

L'Art dentaire; 8e année, décembre 1864; in-12.

L'Art médical; janvier 1865; in-8°.

La Science pittoresque; 9e année; nos 35 à 39; in-4°.

La Science pour tous; 10e année; nos 6 à 9; in-4°.

Le Courrier des Sciences et de l'Industrie; t. IV, nos 1 à 5; in-8°.

Le Moniteur de la Photographie; 4e année, nos 20 et 21; in-4°.

Le Gaz; 8e année, n° 11; in-4°.

Le Technologiste; 26e année; janvier 1865; in-8°.

Les Mondes... Revue hebdomadaire des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie; 2e année, t. VI, livr. 18; t. VII, livr. 1 à 4; in-8°.

Magasin pittoresque; 33e année; janvier 1865; in-4°.

Montpellier médical : Journal mensuel de Médecine, 8e année; janvier 1865; in-8°.

Monthly... *Notices mensuelles de la Société royale d'Astronomie de Londres;* vol. XXV, n° 2; in-12.

Nachrichten... *Nouvelles de l'Université de Gœttingue;* 1864; nos 16 et 17; 1865, nos 1 et 2; in-12.

Nouvelles Annales de Mathématiques; janvier 1865; in-8°.

Presse scientifique des Deux Mondes; année 1865, nos 1 et 2; in-8°.

Pharmaceutical Journal and Transactions; vol. VI, n° 7; in-8°.

Proceedings of the Royal Society; vol. XIII, nos 68 et 69. Londres, in-8°.

Répertoire de Pharmacie; t. XXI, décembre 1864; in-8°.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; 32e année, 1865; nos 1 et 2; in-8°.

Revue viticole; novembre 1864; in-8°.

Reale Istituto Lombardo di Scienze e Lettere. Rendiconti. Classe di Scienze matematiche e naturali; vol. I, fasc. 7 et 8; in-8°.

Società reale di Napoli. Rendiconto dell' Accademia delle Scienze fisiche e matematiche; 3e année; novembre et décembre 1864. Naples; in-4°.

The American Journal of Science and Arts; janvier 1865; in-8°.

The quarterly Journal of the Geological Society; vol. XX; novembre 1864; in-8°.

The Mining and Smelting Magazine; vol. VII, janvier 1865. Londres; in-8°.

The Reader; vol. IV, n° 105, et vol. V, nos 107, 108 et 109; in-4°.

ERRATUM.

(Séance du 23 janvier 1865.)

Page 157, ligne 24, *au lieu de :* 3° Le poids du *premier* produit a été..., *lisez :* 3° Le poids du *fumier* produit a été....